



3. BỘ XÂY DỰNG

GIÁO TRÌNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



BỘ XÂY DỰNG

GIÁO TRÌNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay điện năng được sử dụng vào trong công nghiệp và trong đời sống ngày càng phổ biến nên việc đo lường điện ngày càng nhiều, phức tạp, đòi hỏi độ chính xác và ổn định cao. Do đó đo lường điện là mảng kiến thức và kỹ năng không thể thiếu đối với bất kì người thợ điện nào, đặc biệt là đối với những người phụ trách phân điện trong các xí nghiệp, nhà máy, thường được gọi là điện công nghiệp.

Những vấn đề về đo lường kỹ thuật có liên quan trực tiếp tới chất lượng, độ tin cậy, chất lượng và tuổi thọ của thiết bị và hệ thống điện khi làm việc. Vì vậy, đòi hỏi người thợ lành nghề phải tinh thông các kiến thức cơ sở đo lường kỹ thuật, phải hiểu rõ về đơn vị đo, các mẫu chuẩn ban đầu của đơn vị đo và tổ chức kiểm tra dụng cụ đo; hiểu rõ nguồn gốc và nguyên nhân của các sai số trong quá trình đo và phương pháp xác định chúng.

Giáo trình **Đo lường điện, điện tử** được nhóm tác giả thực khoa điện-Trường Cao đẳng nghề Việt Xô số 1 biên soạn dựa trên các giáo trình và tài liệu tham khảo mới nhất hiện nay, trình bày các kiến thức, kỹ năng liên quan đến việc sử dụng các dụng cụ đo lường thông dụng, được trình bày theo chương trình khung mô đun **Đo lường điện, điện tử** hệ Cao đẳng nghề Cơ điện tử.

Giáo trình được trình bày tích hợp giữa lý thuyết và thực hành, giúp các học viên có điều kiện nghiên cứu các kiến thức về lập trình logic và một số các bài tập ứng dụng cơ bản, thực tế. Trên cơ sở đó rèn luyện các kiến thức, kỹ năng cơ bản để sau khi ra trường có khả năng áp dụng vào công việc thực tế.

Do thời gian và kiến thức còn hạn chế nên cuốn giáo trình không tránh khỏi những thiếu sót, chúng tôi xin được cảm ơn các ý kiến đóng góp của các thầy giáo, các bạn đồng nghiệp... nhằm xây dựng cuốn giáo trình ngày càng hoàn thiện.

Nhóm tác giả

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN ĐÀO TẠO ĐO LƯỜNG ĐIỆN, ĐIỆN TỬ

Mã số mô đun: MD15

Thời gian mô đun: 45h; (Lý thuyết: 12h; Thực hành: 33h)

I. VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔ ĐUN

- Mô đun này được học cùng với một số các mô đun, môn học cơ sở khác với mục đích hỗ trợ cho nhau để học sinh có thể hiểu hơn về cấu tạo, nguyên lý và cách sử dụng các thiết bị đo.

- Mô đun 15 là mô đun cơ sở chuyên ngành đồng thời có tính chất chuyên môn. Người học sẽ vận dụng ngay trong quá trình học tập, trong đời sống hàng ngày.

II. MỤC TIÊU MÔ ĐUN

Sau khi hoàn tất mô đun này, học viên có năng lực:

- Sử dụng được các thiết bị đo;
- Mô tả được nguyên tắc hoạt động của các thiết bị đo;
- Biết cách đọc, đo các thông số cơ bản của mạch điện;
- Hiểu biết được các sai phạm thường gặp trong quá trình làm việc;
- Vận dụng được các thiết bị đo để tìm các linh kiện bị hư hỏng.

III. NỘI DUNG MÔ ĐUN

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra*
1	Khái niệm chung về đo lường	2	2		
2	Dụng cụ đo cơ điện.	10	3	7	
3	Dụng cụ đo điện tử	15	3	11	1
4	Đo các đại lượng điện và không điện	17	4	12	1
5	Kiểm tra kết thúc mô đun	1			1
	Cộng:	45	12	30	3

Ghi chú: Thời gian kiểm tra được tích hợp giữa lý thuyết và thực hành và được tính bằng giờ thực hành

IV. ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN MÔ ĐUN

1. Vật liệu

- Điện trở, tụ điện, cuộn dây, dây nối, đầu cốt
- Nguồn điện các loại

2. Dụng cụ thiết bị

- Các mô hình thực hành mạch 1 chiều, xoay chiều;
- Board cắm linh kiện;
- Các loại dụng cụ đo: Vôn kế, Ampe kế, đồng hồ vạn năng, Oát kế, công tơ điện;
- Các loại máy đo, máy hiện sóng, máy phát xung;
- Máy tính, máy chiếu.

V. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG ĐÁNH GIÁ

Áp dụng hình thức kiểm tra tích hợp giữa lý thuyết với thực hành. Các nội dung trọng tâm cần kiểm tra là:

*** Lý thuyết:**

- Nguyên lý hoạt động của các loại cơ cấu đo thông dụng;
- Nguyên lý hoạt động của các loại dụng cụ đo điện tử;
- Sơ đồ mắc các dụng cụ đo để đo các đại lượng điện: Dòng, áp, điện trở, năng lượng, công suất, tần số.

*** Thực hành:**

- Lắp đặt và vận hành các máy đo thông dụng để đo các đại lượng: dòng, áp, tần số, công suất.
- Sử dụng thành thạo các loại máy hiện sóng, máy phát hàm.

VI. HƯỚNG DẪN THỰC HIỆN MÔ ĐUN

1. Phạm vi áp dụng chương trình:

Chương trình mô đun này được sử dụng để giảng dạy cho trình độ Cao đẳng nghề.

2. Hướng dẫn một số điểm chính về phương pháp giảng dạy mô đun:

- Trước khi giảng dạy, giáo viên cần căn cứ vào nội dung của từng bài học để chuẩn bị đầy đủ các điều kiện cần thiết nhằm đảm bảo chất lượng giảng dạy.
- Nên áp dụng phương pháp đàm thoại để học viên ghi nhớ kỹ hơn.
- Khi giải bài tập, làm các bài thực hành... Giáo viên hướng dẫn, thao tác mẫu và sửa sai tại chỗ cho học viên.
- Nên sử dụng các mô hình, học cụ mô phỏng để minh họa các bài tập ứng dụng các hệ truyền động điện, các loại thiết bị điều khiển.

BÀI 1

KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG

Mục tiêu của bài: Cung cấp các khái niệm cơ bản về đo lường và sai số, các bộ phận chính của dụng cụ đo điện.

Nội dung của bài:

1. KHÁI NIỆM VỀ ĐO LƯỜNG VÀ SAI SỐ

1.1. Vị trí của đo lường

Trong thực tế cuộc sống quá trình cân đo đong đếm diễn ra liên tục với mọi đối tượng, việc cân đo đong đếm này vô cùng cần thiết và quan trọng. Với một đối tượng cụ thể nào đó quá trình này diễn ra theo từng đặc trưng của chủng loại đó, và với một đơn vị đã được định trước.

Trong lĩnh vực kỹ thuật đo lường không chỉ thông báo trị số của đại lượng cần đo mà còn làm nhiệm vụ kiểm tra, điều khiển và xử lý thông tin.

Đối với ngành điện việc đo lường các thông số của mạch điện là vô cùng quan trọng. Nó cần thiết cho quá trình thiết kế lắp đặt, kiểm tra vận hành cũng như dò tìm hư hỏng trong mạch điện.

1.1.1. Khái niệm

- Đo lường: là quá trình so sánh đại lượng chưa biết với đại lượng đã biết cùng loại được chọn làm mẫu (mẫu này được gọi là đơn vị).

Kết quả đo được biểu diễn dưới dạng:

$$A = \frac{X}{X_0} \rightarrow X = A.X_0$$

trong đó: A - con số kết quả đo;

X - đại lượng cần đo;

X₀ - đơn vị đo.

- Đo lường học là ngành khoa học chuyên nghiên cứu để đo các đại lượng khác nhau, nghiên cứu mẫu và đơn vị đo.

- Kỹ thuật đo lường (KTĐL): là ngành kỹ thuật chuyên môn nghiên cứu để áp dụng kết quả của đo lường học vào phục vụ sản xuất và đời sống xã hội.

1.1.2. Các phương pháp đo

Các phương pháp đo được chia làm 2 loại

- Phương pháp đo trực tiếp: là phương pháp đo mà đại lượng cần đo được so sánh trực tiếp với mẫu đo.

Phương pháp này được chia thành 2 cách đo:

- Phương pháp đo đọc số thẳng.

- Phương pháp đo so sánh là phương pháp mà đại lượng cần đo được so sánh với mẫu đo cùng loại đã biết trị số.

Ví dụ: Dùng cầu đo điện để đo điện trở, dùng cầu đo để đo điện dung v.v...

- Phương pháp đo gián tiếp: là phương pháp đo trong đó đại lượng cần đo sẽ được tính ra từ kết quả đo các đại lượng khác có liên quan.

Ví dụ:

Muốn đo điện áp nhưng ta không có Vôn-mét, ta đo điện áp bằng cách:

- Dùng Ôm-mét đo điện trở của mạch.

- Dùng Ampe-mét đo dòng điện đi qua mạch.

Sau đó áp dụng các công thức hoặc các định luật đã biết để tính ra trị số điện áp cần đo.

1.1.3. Đơn vị đo

Nhà nước Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam công nhận hệ đơn vị đo lường quốc tế (viết tắt là SI). Chính phủ quy định đơn vị đo lường hợp pháp phù hợp với hệ đơn vị đo lường quốc tế.

Hệ đơn vị đo lường quốc tế SI bao gồm 7 đơn vị cơ bản:

Đơn vị chiều dài	Met	m
Đơn vị khối lượng	Kilogram	kg
Đơn vị thời gian	Second	s
Đơn vị cường độ dòng điện	Ampe	A
Đơn vị nhiệt độ	Kelvin	K
Đơn vị cường độ sáng	Candela	Cd
Đơn vị số lượng vật chất	Mol	mol

Dưới đây là một số đơn vị dẫn xuất điện và từ:

Đại lượng	Đơn vị	
	Tên	Ký hiệu
Công suất	Oát	W
Điện tích, điện lượng	Culông	C
Hiệu điện thế, điện thế, điện áp, suất điện động	Von	V
Điện dung	Fara	F
Điện trở	Ôm	Ω
Điện dẫn	Simen	S
Độ tự cảm	Henry	H
Thông lượng từ (từ thông)	Vebe	Wb
Mật độ từ thông, cảm ứng từ	Tesla	T
Cường độ điện trường	Von trên met	V/m
Cường độ từ trường	Ampe trên met	A/m
Năng lượng điện	Electronvon	eV

1.2. Sai số trong đo lường

1.2.1. Khái niệm

Khi đo, số chỉ của dụng cụ đo cũng như kết quả tính toán luôn có sự sai lệch với giá trị thực của đại lượng cần đo. Lượng sai lệch này gọi là sai số.

Sai số gồm 2 loại:

+ *Sai số hệ thống*: là sai số cơ bản mà giá trị của nó luôn không đổi hoặc thay đổi có quy luật. Sai số này về nguyên tắc có thể loại trừ được.

Nguyên nhân:

Do quá trình chế tạo dụng cụ đo như ma sát, khắc vạch trên thang đo v.v...

+ *Sai số ngẫu nhiên*: là sai số mà giá trị của nó thay đổi rất ngẫu nhiên do sự thay đổi của môi trường bên ngoài (người sử dụng, nhiệt độ môi trường thay đổi, chịu ảnh hưởng của điện trường, từ trường, độ ẩm, áp suất v.v...).

Nguyên nhân:

- Do người đo nhìn lệch, nhìn nghiêng, đọc sai v.v...

- Dùng công thức tính toán không thích hợp, dùng công thức gần đúng trong tính toán. Nhiệt độ môi trường thay đổi, chịu ảnh hưởng của điện trường, từ trường, độ ẩm, áp suất v.v...).

1.2.2. Phương pháp hạn chế sai số

Để hạn chế sai số trong từng trường hợp, có các phương pháp sau:

+ Đối với sai số hệ thống: tiến hành đo nhiều lần và lấy giá trị trung bình của chúng.

+ Đối với sai số ngẫu nhiên: người sử dụng dụng cụ đo phải cẩn thận, vị trí đặt mắt phải vuông góc với mặt độ số của dụng cụ, tính toán phải chính xác, sử dụng công thức phải thích hợp, điều kiện sử dụng phải phù hợp với điều kiện tiêu chuẩn.

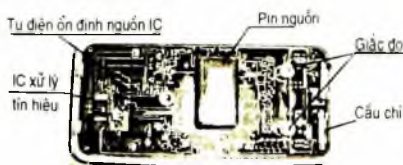
2. CÁC BỘ PHẬN CHÍNH CỦA MÁY ĐO

- Máy đo tương tự: là máy đo mà giá trị của kết quả đo thu được là một hàm liên tục của quá trình thay đổi đại lượng đo. Máy đo chỉ thị kim và kiểu tự ghi (có thể ghi trên giấy, màn hình, băng đĩa từ...) là hai loại máy đo tương tự.

- Máy đo số: là dụng cụ đo mà kết quả đo được thể hiện bằng con số

2.1. Mạch đo

- Là khâu gia công tính toán sau chuyển đổi sơ cấp, nó làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện phép tính trên sơ đồ mạch. Đó có thể là mạch điện tử thông thường hoặc bộ vi xử lý để nâng cao đặc tính của dụng cụ đo.



Hình 1.1. Mạch đo của đồng hồ đo CIE 8008

2.2. Cơ cấu đo

- Cơ cấu chỉ thị đo là khâu cuối cùng của dụng cụ thể hiện kết quả đo dưới dạng con số với đơn vị.

Có 3 cách thể hiện kết quả đo:

- + Chỉ thị bằng kim.
- + Chỉ thị bằng thiết bị tự ghi.
- + Chỉ thị dưới dạng con số.

Như vậy cơ cấu đo bao gồm có phần tĩnh và phần động:

- Phần tĩnh: có nhiệm vụ biến đổi điện năng đưa vào thành cơ năng tác dụng lên phần động.

- Phần động: gắn liền với kim, góc quay của kim xác định trị số của đại lượng được đưa vào cơ cấu đo.

2.3. Các thành phần phụ

Các thành phần phụ gồm có:

- Bộ chuyển đổi: Làm nhiệm vụ biến đổi các đại lượng cần đo thành đại lượng điện để đưa vào mạch đo;

- Công tắc chuyển mạch: Dùng để lựa chọn thang đo;

- Dây đo: Là thành phần tiếp xúc với đại lượng cần đo.

Bài tập thực hành: Nhận biết các loại máy đo thông dụng

* **Mục tiêu bài tập:** Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng:

- Nhận biết, phân biệt được một số máy đo thông dụng.
- Biết cách lựa chọn thang đo, nối dây đo các đại lượng.

* **Nội dung:**



Máy đo điện áp



Máy đo dòng điện



Máy đo điện trở



Máy đo đa năng

*** Quy trình thực hiện 1 phép đo:**

STT	Nội dung công việc	Thiết bị, dụng cụ	Yêu cầu
Bước 1	Ước lượng đại lượng cần đo	Sơ đồ, thông số đại lượng cần đo	Chọn được thang đo phù hợp
Bước 2	Chuẩn bị thiết bị, dụng cụ	Đồng hồ đo, dây nối	Dụng cụ thiết bị hoạt động tốt
Bước 3	Tiến hành phép đo	Đồng hồ đo, dây nối	Dây nối tiếp xúc với đại lượng đo tốt, không gây ảnh hưởng
Bước 4	Đọc kết quả đại lượng cần đo	Đồng hồ đo	Kết quả đọc chính xác
Bước 5	Viết báo cáo	Giấy bút	Báo cáo đầy đủ quá trình thực hành
Bước 6	Vệ sinh công nghiệp	Dụng cụ vệ sinh	Dụng cụ thiết bị gọn gàng

Câu hỏi và bài tập:

Câu 1. Em hãy nêu các định nghĩa về đo lường.

Câu 2. Phương pháp đo là gì? Có mấy phương pháp đo?

Câu 3. Đơn vị đo là gì? Thế nào gọi là đơn vị tiêu chuẩn? nêu các đơn vị đo lường tiêu chuẩn hệ SI ?

Câu 4. Sai số là gì? Có mấy loại sai số? Phương pháp hạn chế sai số?

Câu 5. Nêu các bước thực hiện 1 phép đo ?

Bài tập:

Cho đồng hồ vạn năng chỉ thị kim



Yêu cầu:

- Nhận biết các thành phần của đồng hồ.
- Kể tên các thang đo trên mặt chỉ thị.
- Nêu giới hạn của các thang đo.

BÀI 2

DỤNG CỤ ĐO CƠ ĐIỆN

Mục tiêu của bài:

- Phân loại được các cơ cấu chỉ thị
- Khắc phục được các sự cố hư hỏng thường gặp của các cơ cấu

Nội dung của bài:

1. CƠ CẤU ĐO TỪ ĐIỆN

1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

1.1.1. Cấu tạo

Dụng cụ đo từ điện còn gọi là dụng cụ đo kiểu D'Arsonval với cấu tạo bao gồm:

- Phần tĩnh: Nam châm vĩnh cửu (nam châm hình móng ngựa), lõi sắt, cực từ (bằng sắt non). Giữa cực từ và lõi sắt có khe hở không khí rất hẹp.
- Phần động: Khung dây được quấn bằng dây đồng. Khung dây gắn trên trục, nó quay trong khe hở không khí.

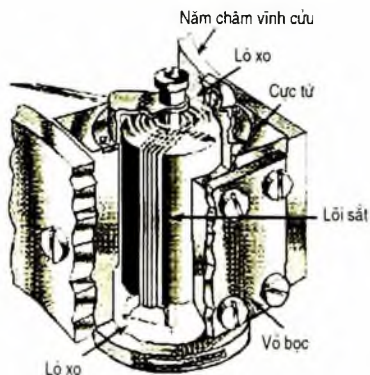


a)



b)

Hình 2.1. Ký hiệu cơ cấu từ điện (a) và cơ cấu từ điện có chỉnh lưu (b)



Hình 2.2. Cấu tạo cơ cấu từ điện

- Ngoài ra còn một số bộ phận khác như: trục, trụ, 2 lò xo cần ở hai đầu trục, kim chỉ.
- + Khung dây: khung dây bằng nhôm, trên khung có quấn dây đồng bọc vecni. Toàn bộ khối lượng khung quay phải càng nhỏ càng tốt để sao cho mômen quán tính càng nhỏ càng tốt. Toàn bộ khung quay được đặt trên trục quay hoặc treo bởi dây treo.
- + Nam châm vĩnh cửu: khung quay được đặt giữa hai cực từ N-S của nam châm vĩnh cửu.
- + Lõi sắt non hình trụ nằm trong khung quay tương đối đều.
- + Kim chỉ thị được gắn chặt trên trục quay hoặc dây treo. Phía sau kim chỉ thị có mang đối trọng để sao cho trọng tâm của kim chỉ thị nằm trên trục quay hoặc dây treo.
- + Lò xo đối kháng (kiểm soát) hoặc dây treo có nhiệm vụ kéo kim chỉ thị về vị trí ban đầu điểm (0) và kiểm soát sự quay của kim chỉ thị.

1.1.2. Nguyên lý hoạt động

Khi có dòng điện cần đo I đi vào cuộn dây trên khung quay sẽ tác dụng với từ trường ở khe hở tạo ra lực điện từ F . Lực điện từ này sẽ sinh ra một mômen quay M_q . Mômen quay này làm phần động mang kim đo quay đi một góc α nào đó và lò xo đối kháng bị xoắn lại tạo ra mômen đối kháng M_{dk} tỷ lệ với góc quay α . Kim của cơ cấu sẽ đứng lại khi hai mômen trên bằng nhau.

Lực điện từ: $F = N.B.I.L$

$$M_q = 2F \frac{b}{2} = NBILb = N.B.S.I = M_{dk} = K.\alpha$$

$$BSN/K = C = \text{const} \Leftrightarrow \alpha = C.I$$

trong đó: N - số vòng dây quấn của cuộn dây;

B - mật độ từ thông xuyên qua khung dây;

L - chiều dài của khung dây;

I - cường độ dòng điện;

b - bề rộng của khung dây;

$L.b = S$ - diện tích của khung dây;

K - độ cứng của lò xo.

C gọi là độ nhạy của cơ cấu đo từ điện (A/mm). Cho biết dòng điện cần thiết chạy qua cơ cấu đo để kim đo lệch được 1mm hay 1 vạch.

Kết luận: qua biểu thức trên ta thấy rằng góc quay α của kim đo tỷ lệ với dòng điện cần đo và độ nhạy của cơ cấu đo, dòng điện và độ nhạy càng lớn thì góc quay càng lớn.

1.2. Đặc điểm công dụng

- Đặc điểm:

- + Có độ nhạy cao nên có thể đo được các dòng điện một chiều rất nhỏ (từ 10^{-12} ÷ 10^{-14}).
- + Tiêu thụ năng lượng điện ít nên độ chính xác rất cao.
- + Chỉ đo được dòng và áp một chiều.

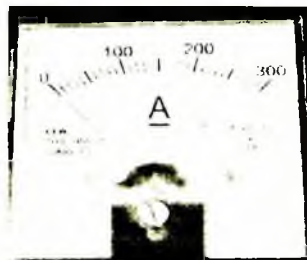
- + Khả năng quá tải kém vì khung dây quay nên chỉ quần được dây cỡ nhỏ.
- + Chế tạo khó khăn, giá thành đắt.
- + Muốn đo được các đại lượng xoay chiều phải qua cơ cấu nắn dòng.
- Công dụng: Dùng để sản xuất các dụng cụ đo:
- + Đo dòng điện: MiliAmpemét, Ampemét.
- + Đo điện áp: MiliVônmet, Vônmet.
- + Đo điện trở: Ômmét.

1.3. Những chú ý khi sử dụng

- Dòng cần đo đưa vào cơ cấu chỉ được phép theo một chiều nhất định, nếu đưa dòng vào theo chiều ngược lại kim chỉ sẽ bị giật ngược trở lại và có thể gây hỏng cơ cấu.
- Phải đánh dấu + (dây màu đỏ) và - (dây màu xanh) cho các que đo. Tính chất này được gọi là tính phân cực của cơ cấu chỉ thị, nghĩa là chiều quay của kim chỉ thị phụ thuộc vào chiều dòng điện nên các đại lượng xoay chiều (tần số từ 20Hz – 100KHz) muốn chỉ thị bằng cơ cấu từ điện phải chuyển thành đại lượng một chiều và đưa vào cơ cấu theo một chiều nhất định

Bài tập thực hành 1:

Cho 1 thiết bị đo lường sử dụng cơ cấu chỉ thị kiểu từ điện:



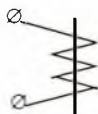
Yêu cầu:

- Nhận biết các thành phần cấu tạo của cơ cấu
- Phân biệt các thành phần
- Nêu cách mắc cơ cấu vào mạch.

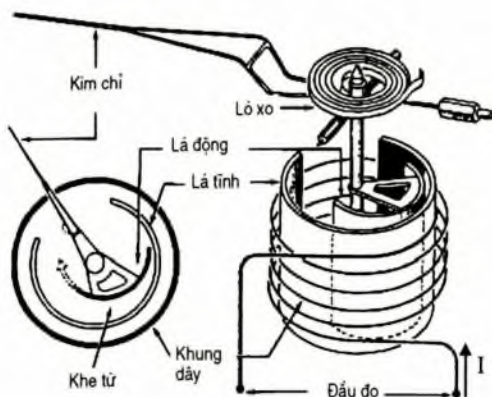
2. CƠ CẤU ĐO ĐIỆN TỪ

2.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc:

2.1.1. Cấu tạo



Hình 2.3. Ký hiệu cơ cấu đo điện từ



Hình 2.4. Cầu tạo cơ cấu đo điện từ

- Phần tĩnh: gồm cuộn dây phần tĩnh (tròn hoặc phẳng), không có lõi thép.
- Phần động: gồm lá thép non hình bán nguyệt gắn lệch tâm trên trục. Trên trục còn có lò xo đối kháng, kim và bộ phận cân đọi kiểu không khí.

2.1.2. Nguyên lý hoạt động

Dòng điện chạy qua cuộn dây bao quanh phần động sẽ từ hoá các lá thép với cùng một cực do đó chúng đẩy nhau. Lực đẩy tổng hợp sẽ làm cho lá động dịch ra xa khỏi lá tĩnh, đây chính là lực làm lệch. Kim chỉ gắn với trục quay khi đó sẽ bị lệch một góc tương ứng.

Lò xo dây xoắn tạo ra momen cản hay lực điều khiển để dừng kim chỉ.

Momen quay do từ trường của nam châm điện tạo ra được tính bằng:

$$M_q = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

với L là điện cảm của cuộn dây.

Momen cản vẫn do lò xo tạo ra nên $M_c = D \cdot \alpha$. Khi kim chỉ dừng ở vị trí cân bằng, nghĩa là khi:

$$M_c = M_q \Rightarrow \alpha = \frac{1}{2 \cdot D} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Vậy, độ lệch α không phụ thuộc vào chiều của I , thang đo không đều vì tỉ lệ với I^2 .

2.2. Đặc điểm công dụng

- + Đặc điểm:
- + Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, giá thành rẻ.
- + Đo được điện một chiều và xoay chiều.
- + Khả năng quá tải tốt vì có thể chế tạo cuộn dây phần tĩnh với tiết diện dây lớn.

+ Do cuộn dây có lõi là không khí nên từ trường yếu, vì vậy độ nhạy kém và chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài.

+ Cấp chính xác thấp.

+ Thang chia không đều

+ Công dụng:

+ Dùng để sản xuất các dụng cụ đo:

+ Chế tạo các dụng cụ đo thông dụng Vônmet, Ampemét đo AC.

- Dùng trong sản xuất và phòng thí nghiệm

2.3. Những chú ý khi sử dụng

Cơ cấu chỉ thị điện từ không cần phân biệt cực tính cho dây đo, có thể được dùng để chế tạo dụng cụ đo dòng một chiều và dòng xoay chiều như Vônmet, Ampemét tần số công nghiệp nhưng độ chính xác thấp và có tiêu thụ điện năng.

Bài tập thực hành 2:

Cho 1 thiết bị đo lường sử dụng cơ cấu chỉ thị kiểu điện từ:



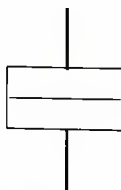
Yêu cầu:

- Nhận biết các thành phần cấu tạo của cơ cấu
- Phân biệt các thành phần
- Nêu cách mắc cơ cấu vào mạch

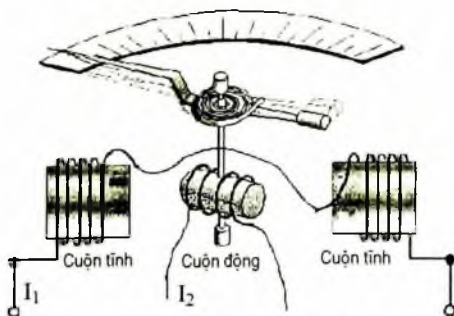
3. CƠ CẤU ĐO ĐIỆN ĐỘNG

3.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

3.1.1. Cấu tạo



Hình 2.5. Ký hiệu cơ cấu đo điện động



Hình 2.6. Cấu tạo cơ cấu đo điện động

Cơ cấu đo điện động gồm có :

- Cuộn dây phân tĩnh 1, được chia thành 2 phần nối tiếp nhau để tạo ra từ trường đều khi có dòng điện chạy qua.
- Phần động là khung dây 2 đặt trong cuộn dây tĩnh và gắn trên trục quay. Hình dáng cuộn dây có thể tròn hoặc vuông.
- Cả phần động và phần tĩnh được bọc kín bằng màn chắn từ để tránh ảnh hưởng của từ trường ngoài đến sự làm việc của cơ cấu đo.

3.1.2. Nguyên lý hoạt động

- Khi cho dòng điện vào các cuộn dây thì từ trường của 2 cuộn dây tương tác với nhau khiến cho cuộn động di chuyển và kim bị lệch đi khỏi vị trí zero. Các lò xo xoắn tạo ra lực điều khiển và đóng vai trò dẫn dòng vào cuộn động.
- Việc tạo ra sự cân bằng của hệ thống động (điều chỉnh zero) được thực hiện nhờ điều chỉnh vị trí lò xo.
- Dụng cụ đo kiểu điện động thường làm nhậy bằng không khí vì nó không thể làm nhậy bằng dòng xoáy như dụng cụ đo kiểu từ điện.
- Do không có lõi sắt trong dụng cụ điện động nên môi trường dẫn từ hoàn toàn là không khí do đó cảm ứng từ nhỏ hơn rất nhiều so với ở dụng cụ từ điện. Điều này đồng nghĩa với việc để tạo ra momen quay đủ lớn để quay phần động thì dòng điện chạy trong cuộn động cũng phải khá lớn. Như vậy, độ nhạy của dụng cụ đo điện động nhỏ hơn rất nhiều so với dụng cụ đo từ điện.

Momen quay do 2 từ trường tương tác nhau được tính bằng:

$$Mq = \frac{dWe}{d\alpha} \text{ với } We = \frac{1}{2} I_1^2 \cdot L_1 + \frac{1}{2} I_2^2 \cdot L_2 + I_1 \cdot I_2 \cdot M_{12}$$

vi các cuộn dây có hệ số tự cảm L riêng không phụ thuộc vào góc lệch trong quá trình hoạt động (tức là $\frac{dL}{d\alpha} = 0$) nên: $\Rightarrow Mq = I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$

Vậy độ lệch của kim chỉ thị được tính theo biểu thức:

$$\alpha = \frac{1}{D} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{dM_{I2}}{d\alpha}$$

3.2. Đặc điểm công dụng

- Cơ cấu đo điện động dùng trong mạch một chiều và xoay chiều.
- Thang đo của cơ cấu không đều.
- Có thể dùng để chế tạo Vônmet, Ampemét và Oátmet có độ chính xác cao, với cấp chính xác $0,1 \div 0,2$.
- Cơ cấu có nhược điểm là tiêu thụ công suất lớn.

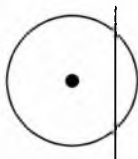
3.3. Chú ý khi sử dụng

- Cơ cấu có thể làm việc trong cả mạch 1 chiều và xoay chiều.
- Cần phải hiệu chỉnh thang đo để đảm bảo chính xác phép đo vì thang đo không đều.

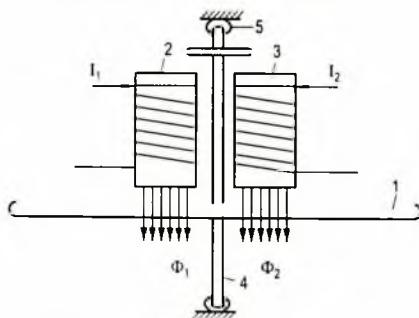
4. CƠ CẤU ĐO CẢM ỨNG

4.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

4.1.1. Cấu tạo



Hình 2.7. Ký hiệu cơ cấu đo cảm ứng



Hình 2.8. Cấu tạo cơ cấu đo cảm ứng

- Cấu tạo chung: như hình 2.7: gồm phần tĩnh và phần động.
- Phần tĩnh: các cuộn dây điện 2, 3 có cấu tạo để khi có dòng điện chạy trong cuộn dây sẽ sinh ra từ trường móc vòng qua mạch từ và qua phần động, có ít nhất là 2 nam châm điện.
- Phần động: đĩa kim loại 1 (thường bằng nhôm) gắn vào trục 4 quay trên trụ 5.

4.1.2. Nguyên lý làm việc

- Nguyên lý làm việc chung: dựa trên sự tác động tương hỗ giữa từ trường xoay chiều (được tạo ra bởi dòng điện trong phần tĩnh) và dòng điện xoáy tạo ra trong đĩa của phần động, do đó cơ cấu này chỉ làm việc với mạch điện xoay chiều:

- Khi dòng điện I_1, I_2 vào các cuộn dây phần tĩnh \rightarrow sinh ra các từ thông Φ_1, Φ_2 (các từ thông này lệch pha nhau góc ψ bằng góc lệch pha giữa các dòng điện tương ứng). từ thông Φ_1, Φ_2 cắt đĩa nhôm 1 (phần động) \rightarrow xuất hiện trong đĩa nhôm các sức điện động tương ứng E_1, E_2 (lệch pha với Φ_1, Φ_2 góc $\pi/2$) \rightarrow xuất hiện các dòng điện xoáy I_{x1}, I_{x2} (lệch pha với E_1, E_2 góc α_1, α_2).

Các từ thông Φ_1, Φ_2 tác động tương hỗ với các dòng điện $I_{x1}, I_{x2} \rightarrow$ sinh ra các lực F_1, F_2 và các mômen quay tương ứng \rightarrow quay đĩa nhôm (phần động).

Mômen quay được tính:

$$M_q = f C \Phi_1 \Phi_2 \sin \psi$$

với: C - hằng số;

f - tần số của dòng điện I_1, I_2 ;

ψ - góc lệch pha giữa I_1, I_2 .

4.2. Đặc điểm công dụng

- Điều kiện để có mômen quay là ít nhất phải có hai từ trường.
- Mômen quay đạt giá trị cực đại nếu góc lệch pha ψ giữa I_1, I_2 bằng $\pi/2$.
- Nhược điểm: mômen quay phụ thuộc tần số nên cần phải ổn định tần số.
- Chủ yếu để chế tạo công tơ đo năng lượng; có thể đo tần số...

4.3. Chú ý khi sử dụng:

- Chỉ làm việc trong mạch xoay chiều.
- Đo trong mạch phải ổn định tần số

Bài tập thực hành 3:

Cho I thiết bị đo lường sử dụng cơ cấu chỉ thị kiểu cảm ứng:



Yêu cầu:

- Nhận biết các thành phần cấu tạo của cơ cấu.
- Phân biệt các thành phần.
- Nêu cách mắc cơ cấu vào mạch.

5. CƠ CẤU ĐO TỶ LỆ

5.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

- Mạch tỷ lệ là mạch thông dụng nhất trong các mạch đo lường. Có thể chia thành mạch tỉ lệ về dòng và mạch tỉ lệ về áp.

5.1.1. Mạch tỷ lệ về dòng

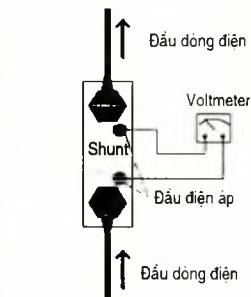
- Mạch tỉ lệ về dòng: Là loại mạch thông dụng nhất. Đối với mạch một chiều thường dùng mạch sun, đối với mạch xoay chiều thường dùng biến dòng điện (BI).

* *Điện trở Sun*: là một điện trở mắc song song với cơ cấu chỉ thị

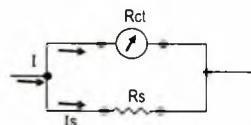
Điện trở Sun có cấu trúc đặc biệt với 4 đầu (xem hình bên). Hai đầu dòng để đưa dòng I_s vào còn hai đầu áp sẽ lấy áp ra mắc với cơ cấu chỉ thị. Điện trở sun được chế tạo với dòng từ mA đến 10.000A và điện áp khoảng 60, 75, 100, 150 và 300mV.

Giá trị điện trở Sun:

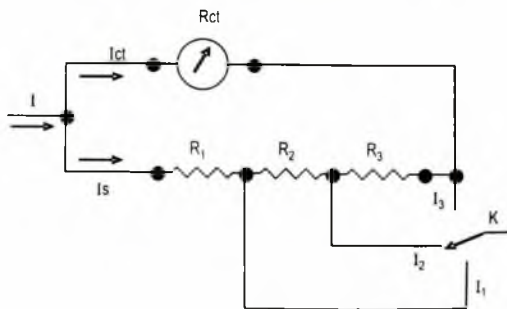
$$R_s = \frac{R_{ct}}{n-1}; \quad n = \frac{I}{I_{ct}}$$



Hình 2.9. Cách mắc điện trở sun



- Muốn dùng điện trở sun có nhiều hệ số chia dòng khác nhau người ta mắc như hình dưới đây:



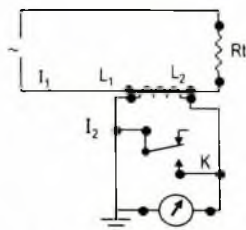
*** Biến dòng điện:**

- Biến dòng là một biến áp mà thứ cấp được ngắn mạch, sơ cấp nối tiếp với mạch có dòng điện chạy qua. Nếu biến dòng lý tưởng và không có tổn hao thì:

$$K_1 = \frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2}$$



Hình 2.10. Máy biến dòng điện BI



Hình 2.11. Cách mắc biến dòng

Với:

I_1, I_2 - dòng qua cuộn sơ cấp và thứ cấp;

W_1, W_2 - số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp. Biến dòng được sử dụng nhằm lấy được dòng nhỏ ở bên thứ cấp tỉ lệ với bên sơ cấp nên số vòng dây W_2 lớn hơn rất nhiều so với số vòng dây W_1 .

- Biến dòng thường được làm bằng lõi thép silic hình chữ E, O hay Π có tiết diện dây quấn lớn hơn và số vòng nhỏ hơn biến áp động lực. Biến dòng cần có tổn hao lõi thép nhỏ và điện trở tải (R_{ct}) càng nhỏ càng tốt.

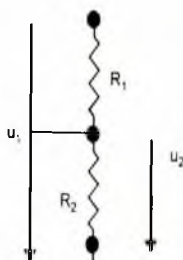
- Biến dòng được chế tạo với điện áp từ 0,5 - 35kV; dòng sơ cấp định mức từ 0,1 - 25.000A; dòng thứ cấp định mức là 1A hoặc 5A; cấp chính xác là 0,05 - 0,5

- Cuộn thứ cấp thường nối đất để tránh trường hợp cuộn thứ cấp hở gây ra điện áp cực lớn (hàng chục V tới hàng kV) vì biến dòng thực chất là một biến áp tăng áp.

5.1.2. Mạch tỷ lệ về áp

- Có hai mạch phân áp cơ bản là mạch sử dụng điện trở và mạch sử dụng tụ điện.

*** Mạch phân áp điện trở**



Hình 2.12. Cách mắc mạch phân áp điện trở

Gọi hệ số phân áp là: $m = \frac{U_1}{U_2}$. Khi đó:

$$m = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I(R_1 + R_2)}{IR_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

- Khi tải là những cơ cấu chỉ thị có điện trở không đổi, người ta dùng R_2 là điện trở của ngay bản thân chỉ thị. R_1 gọi là điện trở phụ.

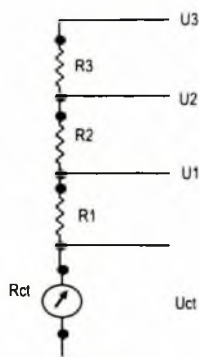
$$R_1 = R_2 \cdot (m - 1) \Rightarrow R_p = R_{ct} \cdot (m - 1)$$

- Để tăng thêm độ chính xác người ta sử dụng biến trở trượt được gắn thang chia độ, trên ấy có khắc hệ số phân áp tương ứng hoặc các hệ số phân áp nhảy cấp.

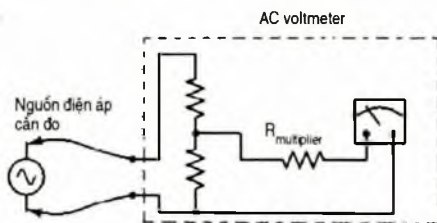
- Điện áp vào U_1 cố định, điện áp ra U_2 có thể từ 0,0001 U_1 đến 0,9999 U_1 .

- Khi muốn có nhiều hệ số chia áp khác nhau người ta có thể mắc điện trở phụ như hình 2.13:

- Mạch phân áp điện trở thường được sử dụng trong các mạch vào của các dụng cụ đo, ví dụ như hình bên nó được sử dụng trong vôn kế xoay chiều



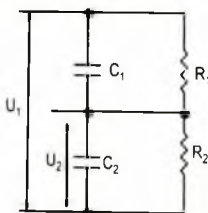
Hình 2.13. Cách mắc mạch phân áp điện trở nhiều đầu ra



Hình 2.14. Mạch phân áp trong Vôn kế

* Mạch phân áp điện dung

- Mạch này được sử dụng trong mạch xoay chiều



Hình 2.15. Cách mắc mạch phân áp điện dung

- Hệ số phân áp:

$$m = 1 + \frac{C_2}{C_1}$$

- Mạch phân áp điện dung thường được sử dụng trong mạch có tần số cao như trong Vôn kế tần số cao hoặc máy hiện sóng.

- Để sử dụng được trong một dải tần rộng người ta mắc song song tụ điện và điện trở sao cho $R_1/R_2 = C_2/C_1$

5.2. Đặc điểm công dụng

- Mạch tỉ lệ dòng được dùng trong các phép đo dòng điện lớn, mang cơ cấu chỉ thị có giá trị thang đo bé.

- Mạch tỉ lệ về áp được sử dụng trong việc mở rộng thang đo.

Bài tập thực hành 4:

Cho máy biến dòng trung thế:

Yêu cầu:

- Nhận biết các thành phần cấu tạo của biến dòng.

- Nêu thông số kỹ thuật của biến dòng.

- Phân biệt các thành phần.

- Nêu cách mắc cơ cấu vào mạch.



Bảng 2.1. Tổng kết các cơ cấu chỉ thị

TT	Cơ cấu chỉ thị	Ký hiệu	Tín hiệu đo	Ứng dụng
1	Cơ cấu chỉ thị từ điện		$I =$	A.V. Ω. G
2	Lôgômet từ điện		$I_1 = \gamma I_2 =$	Ω đo không điện
3	Cơ cấu chỉ thị điện từ		$I^2 \approx$	A.V
4	Lôgômet điện từ		$(I_1 = \gamma I_2 \approx)^2$	Tần số kế, ôm kế, đo góc pha
5	Cơ cấu chỉ thị điện động		$I_1 . I_2 \approx$	A.V.Ω.W cosφ, tần số kế
6	Cơ cấu chỉ thị sắt điện động		$I_1 . I_2 \approx$	A.V.Ω, tụ ghi
7	Lôgômet điện động		$I_1 . \gamma I_2 \approx$	Ω, tần số kế, cosφ
8	Cơ cấu chỉ thị tĩnh điện		$U^2 =$	V.kV
9	Cơ cấu chỉ thị cảm ứng		$I_1 . I_2 \approx$	công tơ

Câu hỏi và bài tập:

Đọc kỹ các câu hỏi, chọn câu trả lời đúng nhất và tô đen ô đã chọn vào cột tương ứng.

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Cơ cấu đo từ điện đo được các đại lượng: Điện một chiều; Điện xoay chiều; Điện xoay chiều mọi tần số; Cả một chiều lẫn xoay chiều.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Cơ cấu đo từ điện thang đo được chia: Đều (tuyến tính); Tỷ lệ theo hàm logarit; Tỷ lệ bậc 2; Tỷ lệ theo hàm mũ.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Đặc điểm chính của 3 loại cơ cấu đo: kiểu điện từ; kiểu điện động và kiểu từ điện là: a) Kiểu điện từ: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; b) Kiểu điện động: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; c) Kiểu từ điện: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; d) Ba kiểu là như nhau, không khác biệt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	Để mở rộng giới hạn đo cho cơ cấu đo điện từ để đo điện áp xoay chiều trên 1000V, phải dùng: Điện trở phụ mắc nối tiếp; Điện trở phụ mắc song song; Biến áp đo lường; Biến dòng đo lường.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Khi đo điện trở, Góc quay của kim càng lớn thì kết luận: Điện trở rất lớn; Điện trở càng lớn; Điện trở càng nhỏ; Tùy loại máy đo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Khi đo điện trở bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ: Phải qua trái; Trái qua phải; Giữa ra 2 bên; Tại vị trí kim dừng lại.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Khi đo dòng điện hoặc điện áp; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận: Trị số càng nhỏ; Trị số nhỏ rất; Trị số càng lớn; Tùy loại.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	Khi đo dòng điện hoặc điện áp bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ: Phải qua trái; Trái qua phải; Giữa ra 2 bên; Tại vị trí kim dừng lại.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bài tập:

Cho các cơ cấu chỉ thị điện từ, điện động, từ điện, cảm ứng:

Yêu cầu:

- Nhận biết, phân biệt các cơ cấu bằng mắt thường và bằng ký hiệu.
- So sánh cấu tạo các cơ cấu.
- Nêu cách mắc các cơ cấu trong mạch.

BÀI 3

DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN TỬ

Mục tiêu của bài:

- Mô tả được nguyên lý mạch điện trong các dụng cụ đo điện tử tương tự.
- Sử dụng thành thạo, khắc phục sự cố hư hỏng trong các máy đo hiện số.
- Phân tích được sơ đồ mạch, sử dụng, khắc phục các sự cố hư hỏng của máy tạo tín hiệu.
- Phân tích được sơ đồ mạch, sử dụng, khắc phục các sự cố hư hỏng của máy hiện sóng.
- Phân tích được nguyên tắc cấu tạo của dụng cụ tự ghi.

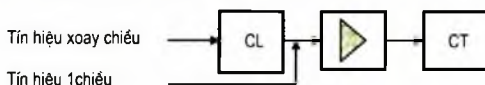
Nội dung của bài:

1. DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ

1.1. Khái niệm chung

Ngày nay, nhờ sự phát triển của kỹ thuật điện tử, các dụng cụ được kết hợp giữa các bộ khuếch đại (transistor hoặc khuếch đại thuật toán) với các chỉ thị cơ điện để khắc phục các nhược điểm của dụng cụ cơ điện thuần túy. Khi đó sẽ làm tăng độ nhạy, tăng điện trở đầu vào và có cấu trúc nhỏ gọn. Các thiết bị như vậy gọi là các thiết bị điện tử.

Sơ đồ khối của các dụng cụ đo điện tử như sau:

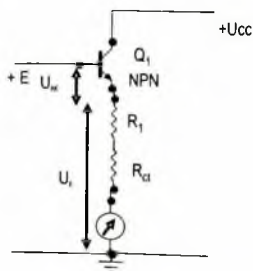


Hình 3.1. Sơ đồ khối của dụng cụ đo điện tử

- Tín hiệu đầu vào nếu là xoay chiều cần qua bộ chỉnh lưu CL, rồi đến cơ cấu so sánh với tín hiệu mẫu, kết quả được đưa ra cơ cấu chỉ thị CL.
- Sơ đồ có thể đo dòng một chiều hoặc xoay chiều tần số từ 20Hz đến hàng MHz.

1.2. Vôn kế Tranzitor

- Sơ đồ mạch:



Hình 3.2. Sơ đồ vôn kế tranzitor

trong đó:

E - điện áp cần đo;

Q_1 - tranzitor loại NPN.

$$U_{CC} = 20V; R_p = 9k\Omega; R_{ct} = 0,3k\Omega; h_{FE} = 100$$

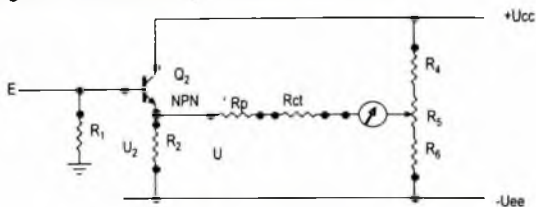
Ta thấy qua chỉ thị sẽ xác định được dòng $I_E = I_{ct}$

$$\Rightarrow E = U_{BE} + U_E = U_{BE} + I_{ct}(R_p + R_{ct})$$

$$\Rightarrow E = 0,7 + 9,3 \cdot 10^3 \cdot I_{ct}$$

$$\text{Điện trở vào } R_v \text{ của mạch} \Rightarrow R_v = \frac{10}{10^{-5}} = 10^6 \Omega$$

Tuy nhiên, sự bất ổn của U_{BE} khi nhiệt độ và dòng vào thay đổi sẽ gây sai số cho Vôn kế, do đó người ta thường sử dụng các sơ đồ sau đây:



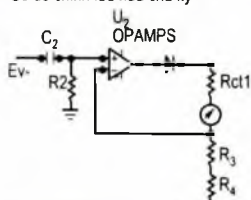
1.3. Vôn kế điện tử xoay chiều

- Thông thường các bộ chỉ thị của Vônmet điện tử là cơ cấu từ điện, nghĩa là có tính phân cực, chỉ đo được điện áp 1 chiều

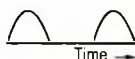
- Khi cần đo điện áp xoay chiều có thể sử dụng các mạch chỉnh lưu trước khi đưa vào các dụng cụ đo.

- Chỉnh lưu có thể thực hiện chỉnh lưu nửa chu kỳ hoặc cả chu kỳ

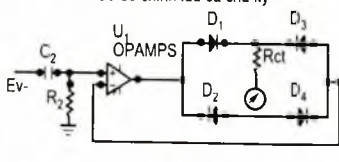
Sơ đồ chỉnh lưu nửa chu kỳ



Dòng máy đo:



Sơ đồ chỉnh lưu cả chu kỳ



Dòng máy đo:



Hình 3.3. Sơ đồ vôn kế điện tử xoay chiều dùng chỉnh lưu

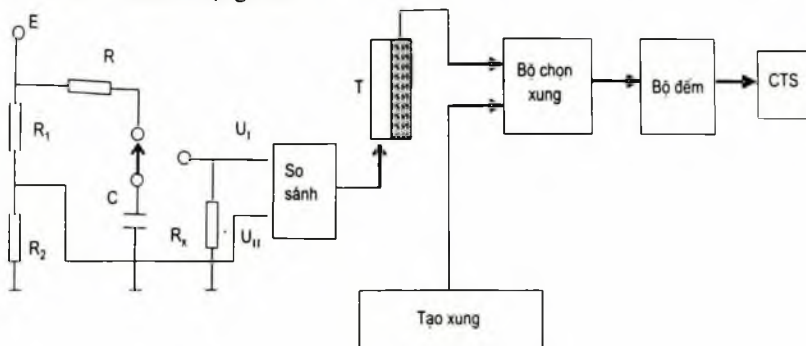
- Nguyên tắc làm việc của Vônmet điện tử xoay chiều hoàn toàn giống như Vônmet điện tử một chiều. Đặc điểm và dải đo cũng tương tự như loại dụng cụ một chiều. Tuy nhiên, nhược điểm của các dụng cụ này là độ chính xác không cao, dải tần hẹp, độ ổn định thấp do đặc tính phi tuyến của các diode và ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường.

1.4. Ôm kế điện tử

- Trước khi đo (mạch ở trạng thái chờ):

+ Tụ C luôn được nạp đầy từ nguồn E.

+ Trơ T luôn ở trạng thái “0”



Hình 3.4. Sơ đồ ôm kế điện tử

- Khi bắt đầu đo :

+ Trơ được kích hoạt chuyển từ 0 → 1.

+ Đồng thời, mạch tạo xung cũng được kích hoạt.

+ Khóa K ở vị trí 2.

Nhờ tác động của xung tích cực đến từ trơ T mạch chọn xung sẽ cho qua các xung đến từ bộ tạo xung, mạch đếm bắt đầu đếm số xung này.

Tụ C phóng điện qua điện trở R_X theo phương trình :

$$U_T = E \cdot e^{-t/T}, \text{ trong đó } T = R_X C = \text{hằng số thời gian của mạch}$$

Sau khoảng $t = T$, ta có $U_1 = E \cdot e^{-1}$

Trong quá trình chế tạo, chọn R_1 và R_2 sao cho :

$$U_{11} = E \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = E \cdot e^{-1}$$

Tức là sau khoảng thời gian $t = T = RC$ điện áp đầu vào bộ so sánh là bằng nhau, tức là đầu ra bộ so sánh có tín hiệu, tín hiệu này kích hoạt trơ T làm T chuyển trạng thái ‘1’ → ‘0’, làm cho mạch chọn xung ngừng không cho xung qua, mạch đếm kết thúc quá trình đếm. Bộ chỉ thị chỉ thị kết quả đo.

Gọi số xung đếm được là m, ta có : $T = R_X C = m \cdot T_{1X} \Rightarrow R_X = (T_{1X} C) \cdot m = K \cdot m$, trong đó : K là hằng số, vì T, C là những giá trị biết trước.

1.5. Điện kế điện từ

- Là thiết bị đo điện năng sử dụng trong gia đình hoặc công nghiệp sử dụng các mạch điện từ để nhận biết, đo đạc và hiển thị lượng điện năng tiêu dùng.



- Điện kế điện từ có độ chính xác cao tuy nhiên dễ bị nhiễu trong môi trường nhiệt độ cao hoặc ẩm ướt.

1.6. Vôn kế điện từ nhiều thang đo

- Là dụng cụ thực hiện phép đo điện áp bằng các mạch điện từ đo lường và hiển thị.
- Có nhiều nấc chỉnh thang đo để phù hợp với nhiều giá trị.

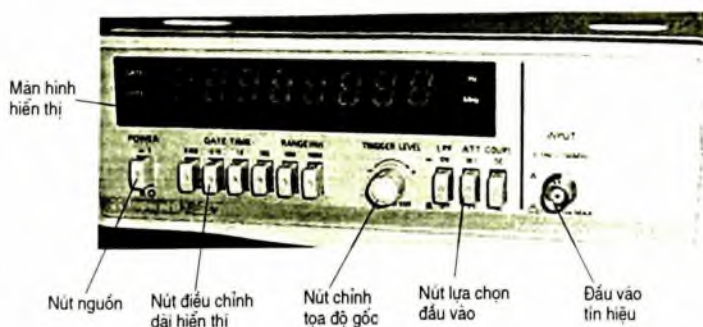
2. DỤNG CỤ ĐO HIỆN SỐ

2.1. Khái niệm chung

- Dụng cụ đo hiện số là dụng cụ đo lường các đại lượng điện mà kết quả chỉ thị dưới dạng các con số trên màn hình LCD.
- Thông thường một dụng cụ đo lường điện từ có cấu trúc gồm khối cảm biến, bộ khuếch đại, bộ xử lý và cuối cùng là bộ hiển thị.
- Bộ cảm biến có nhiệm vụ thực hiện cảm nhận và biến đổi các đại lượng vật lý hoặc phi vật lý cần đo thành các tín hiệu điện. Các tín hiệu điện này sau đó sẽ được khuếch đại và hiệu chỉnh sao cho tương quan sự biến đổi giữa các đại lượng vật lý hoặc phi vật lý và tín hiệu điện sau cảm biến có tính chất tuyến tính. Các tín hiệu này sẽ được tiếp tục đưa qua các hệ thống xử lý tín hiệu rồi sau đó phối ghép và đưa qua các phương tiện hiển thị như màn hình, bảng hiển thị LED, các thiết bị in ấn hoặc các thiết bị ngoại vi khác.

2.2. Máy đo tần số hiện số

- Là thiết bị đo tần số sử dụng cơ cấu chỉ thị hiện số trên màn hình LCD.
- Hình dưới là thiết bị đo tần số Model 1210 của hãng Topward Electronic Co, Ltd



Thông số chính:

- Frequency Range (Dải tần đo được): 0,1Hz to 100MHz
- Display Digits (Màn hình hiển thị) : 8 Digits 0,5" Green LED Displays
- Range (Pre-Scale) : N/A
- Gate Time (Direct) (thời gian lấy mẫu) : 0,01S, 0,1S, 1S, 10S
- Gate Time (Pre-Scale) : N/A
- Resolution (Direct) : 100Hz, 10Hz, 1Hz, 0,1Hz
- Resolution (Độ phân giải)(Pre-Scale) : N/A

2.3. Vôn kế hiển số

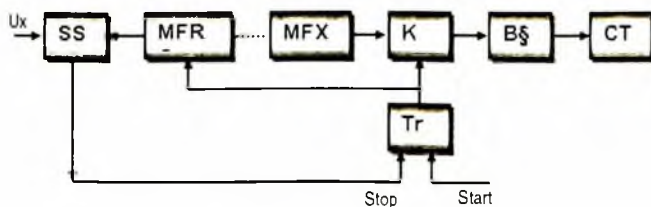
Vôn kế số là dụng cụ chỉ thị kết quả bằng con số mà không phụ thuộc vào cách đọc của người đo. Tùy thuộc vào phương pháp biến đổi người ta phân thành:

- + Vôn kế số chuyển đổi thời gian.
- + Vôn kế số chuyển đổi tần số.
- + Vôn kế số chuyển đổi bù.

Trong đó vôn kế số chuyển đổi thời gian được sử dụng phổ biến hơn cả.

Nguyên tắc hoạt động: Biến đổi điện áp cần đo (U_x) thành khoảng thời gian (t) sau đó lắp đầy khoảng thời gian bằng các xung có tần số chuẩn (f_0). Bộ đếm được dùng để đếm số lượng xung (N) tỉ lệ với U_x để suy ra U_x .

Sơ đồ khối:



Hình 3.5. Sơ đồ khối Vôn kế hiển số

Trong đó:

SS: Bộ so sánh;

MFRC: mạch phát tín hiệu răng cưa;

MTX: mạch phát xung chuẩn tần số f_0 ;

Trigo: mạch lật;

K: Khóa điện tử được điều khiển bởi trigo;

BD: bộ đếm;

CT: bộ chỉ thị số (bao gồm cả mạch mã hoá, giải mã và hiển thị).

Hoạt động:

Khi mở máy (Start) xung khởi động tác động lên Trigo để mở khoá K và khởi động MFRC làm việc.

Tại thời điểm t_1 , K mở thông để đưa xung tần số chuẩn từ MTX tới bộ đếm và chỉ thị số. Đồng thời, MFRC đưa điện áp mẫu U_k đến bộ so sánh để so sánh với điện áp cần đo.



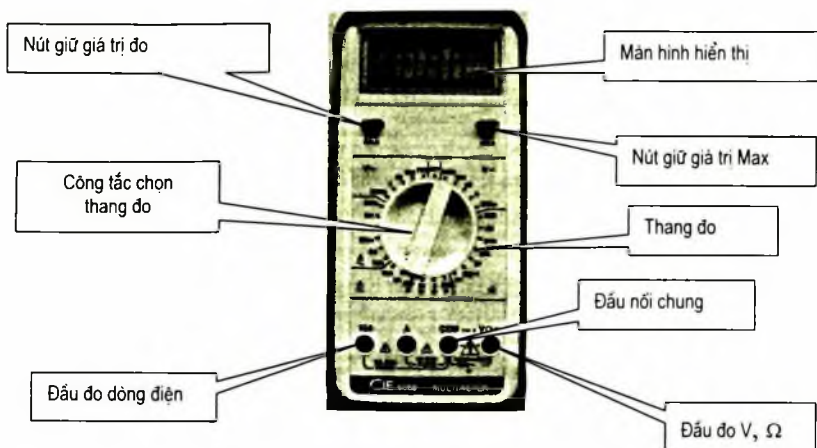
Vôn kế hiện số đa năng



Vôn kế hiện số xoay chiều

2.4. Đồng hồ vạn năng hiện số

- Là thiết bị đo lường đa dụng sử dụng cơ cấu chỉ thị hiện số trên màn hình LCD.
- Có tác dụng đo.
 - + Dòng điện xoay chiều, 1 chiều.
 - + Điện áp xoay chiều, 1 chiều.
 - + Điện trở.
 - + Kiểm tra Diode.
- Hình dưới là đồng hồ đo chỉ thị số CIE 8008.



Thông số chính:

- Giá trị điện áp xoay chiều đo được: $0 \div 750 \text{ VAC}$
- Giá trị điện áp 1 chiều đo được: $200\text{mV} \div 1000 \text{ VDC}$
- Giá trị dòng điện xoay chiều đo được: $200 \mu \div 10 \text{ A}$
- Giá trị dòng điện 1 chiều đo được: $200 \mu \div 10 \text{ A}$
- Giá trị điện trở đo được: $0 \div 20 \text{ M}\Omega$

Bài tập thực hành 1:

Cho đồng hồ vạn năng :

Yêu cầu:

- Nhận biết, phân biệt các thang đo trên đồng hồ, giá trị giới hạn các thang đo
- Kiểm tra, hiệu chỉnh đồng hồ trước khi thực hiện 1 phép đo
- Phân biệt 2 giác đo, vị trí cắm khi đo dòng điện, điện áp



3. MÁY TẠO TÍN HIỆU

3.1. Khái niệm chung

- Máy tạo tín hiệu là thiết bị có tác dụng tạo ra tín hiệu chuẩn ở đầu ra, tín hiệu đầu ra có thể điều chỉnh được biên độ, tần số để sử dụng trong thí nghiệm, đo lường.
- Các máy tạo tín hiệu thường có các dạng sau:
 - + Máy tạo sóng sin tần thấp LF (low frequency);
 - + Máy tạo sóng sin tần số vô tuyến RF (radio frequency);
 - + Máy tạo hàm;
 - + Máy phát xung;
 - + Máy phát tần số quét, máy phát các tín hiệu thử nghiệm.

- Các máy tạo tín hiệu RF thường có dải tần số từ 0 kHz đến 100 kHz, với mức điện áp có thể điều chỉnh từ 0 - 10V. Các máy tạo hàm cũng thường là máy phát RF với 3 dạng sóng đặc trưng là sóng vuông, sóng tam giác và sóng hình sin.

3.2. Máy tạo hàm

- Là thiết bị có tác dụng tạo ra tín hiệu chuẩn ở đầu ra theo dạng các hàm số toán học.
- Thường sử dụng tạo dạng sóng hình Sin, vuông. Có thể tạo ra dạng sóng bất kỳ khi kết hợp thêm máy tính và phần mềm sửa sóng.
- Hình dưới là máy tạo sóng DG5000 của hãng RIGOR Trung Quốc



Thông số kỹ thuật chính:

- Màn hình LCD 4,3 inches, 16M true color TFT.
- Tần số đầu ra tối đa 350 MHz, 250 MHz, 100MHz hoặc 70 MHz, tốc độ lấy mẫu 1 GSa/s, độ phân giải 14 bits
- Single/dual-channel models. Dual - channel model hỗ trợ tần số và pha đôi. 16 + 2 kênh số module đầu ra (tùy chọn) kết hợp với kênh tương tự có thể tái thể nhiều hơn tín hiệu trộn trong thực tế.
- Hỗ trợ bộ khuếch đại công suất ngoài (tùy chọn) có thể cấu hình online.
- Tạo ra 14 hàm sóng cơ bản chuẩn: Sine, Square, Ramp, Pulse, Noise, Sinc, Exponential Rise, Exponential Fall, ECG, Gauss, Haversine, Lorentz, Dual Tones and DC
- Có thể điều chỉnh thời gian xung lên và xuống riêng biệt.

3.3. Bộ tạo xung

- Là thiết bị có tác dụng tạo ra tín hiệu chuẩn ở đầu ra theo dạng xung.
- Thường sử dụng tạo dạng xung hình vuông, răng cưa, tam giác.
- Hình dưới là máy phát xung SFG - 200 của hãng GW Instek Đài Loan.



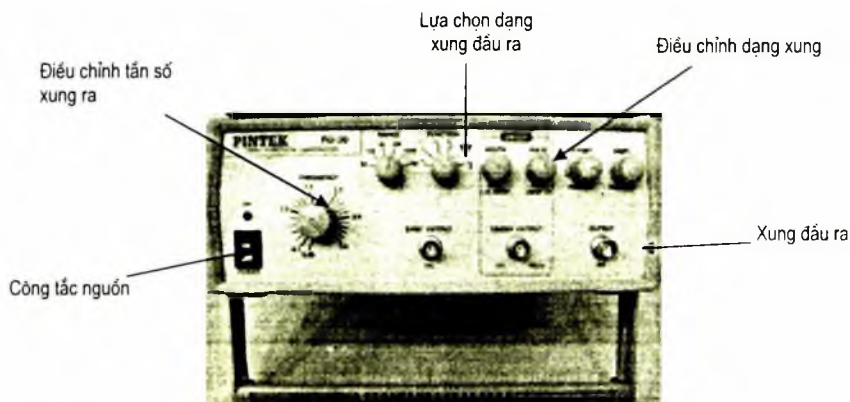
Thông số kỹ thuật chính:

- Điện áp đầu vào 220VAC, xung đầu ra 0 - 24VDC
- Xung ra dạng vuông, tam giác, răng cưa, Sin.

- Thiết kế dựa trên công nghệ DDS, FPGA chip.
- Băng tần: 0,1Hz ~ 4/7/10/20 MHz.
- Tính ổn định và sai tần: 20ppm.
- Độ phân giải tần số 100mHz.
- Tín hiệu nhiễu: -55dBc, 0,1Hz ~ 200kHz.
- Màn hình hiển thị LED, 9 số.
- Điều chế AM, FM nội/ngoại, chế độ quét LIN/LOG.

Bài tập thực hành 2:

Cho máy phát xung Pintek FG 30 như hình sau



Yêu cầu:

- Nhận biết, phân biệt các núm điều chỉnh trên máy phát xung
- Kiểm tra, hiệu chỉnh máy phát trước khi vận hành
- Thực hiện tạo xung vuông biên độ 5V, tần số 1Hz ở đầu ra

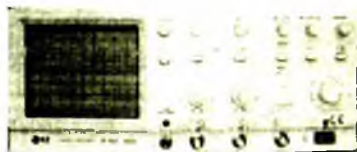
4. MÁY HIỆN SÓNG

4.1. Khái niệm chung

- Máy hiện sóng (Oscilloscope) là thiết bị hiển thị tín hiệu hay đo 1 tín hiệu ở trong mạch
- Máy Hiện sóng “oscilloscope” là một thiết bị hiển thị đồ thị - nó vẽ ra đồ thị của một tín hiệu điện. Trong hầu hết các ứng dụng, đồ thị chỉ ra tín hiệu thay đổi thế nào theo thời gian: Trục dọc (Y) biểu diễn điện áp và trục ngang (X) biểu diễn thời gian.
- Các máy oscilloscope cũng có các loại tương tự và loại số. Máy oscilloscope tương tự là việc trực tiếp với điện áp đặt vào được đo để di chuyển dòng electron ngang qua màn hình máy oscilloscope. Máy oscilloscope số lấy mẫu dạng sóng và dùng một bộ chuyển đổi tương tự/số để chuyển đổi điện áp được đo thành thông tin số. Sau đó, nó dùng thông tin số này để tái cấu trúc lại dạng sóng trên màn hình.

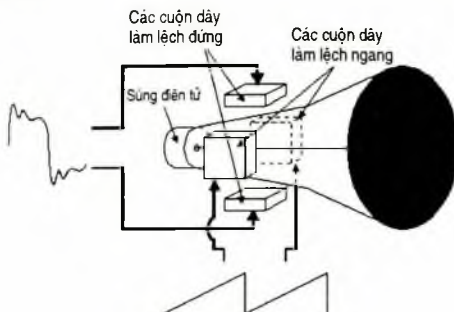


Máy hiện sóng Pintek PS 350



Máy hiện sóng OS 3050

4.2. Ống tia điện tử



Hình 3.6. Sơ đồ cấu tạo ống tia điện tử

- Súng điện tử có 2 cực Anot và Katot phát ra các chùm electron được các hệ thống điện cực điều khiển để có số lượng hạt, vận tốc và độ hội tụ cần thiết.

- Hệ thống làm lệch sẽ làm cho chùm tia điện tử di chuyển trên màn hình theo phương ngang và phương đứng để hiện dạng của tín hiệu.

- Ở chế độ hiển thị dạng sóng thông thường tín hiệu cần hiển thị được đưa vào cặp làm lệch đứng còn một tín hiệu dạng răng cưa được đưa vào cặp lệch ngang.

- Màn hình của CRT được mạ một lớp Photpho ở mặt trong của ống. khi chùm electron đập vào màn hình thì các electron bên trong lớp mạ sẽ chuyển lên mức năng lượng cao và khi trở về trạng thái bình thường sẽ phát ra ánh sáng. Sự lưu sáng của photpho khá dài từ vài ms đến vài s nên mắt người mới nhìn thấy hình dạng sóng hiện. Lớp than chì có tác dụng thu hồi các electron thứ cấp vì nếu không thu hồi lại thì sự tích tụ của các electron có thể tạo ra một thế âm ở màn hình và thế âm này sẽ chống lại sự di chuyển của dòng electron tiến đến màn hình.

4.3. Hệ thống mạch điều khiển

- Hệ thống mạch điều khiển của máy hiện sóng bao gồm các thành phần:

- + Mạch điện đo lường
- + Mạch điện hiển thị
- + Mạch điện hiệu chỉnh

4.4. Công dụng

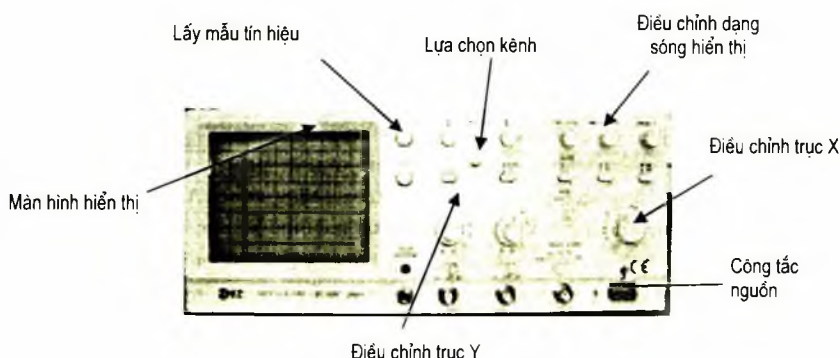
- Sự hữu ích của một máy oscilloscope không bị giới hạn chỉ trong thế giới của các thiết bị điện tử. Với một bộ chuyển đổi thích hợp, một máy oscilloscope có thể đo đạc được tất cả các kiểu hiện tượng.

- Một bộ chuyển đổi là một thiết bị mà tạo ra tín hiệu điện đáp ứng lại các kích thích vật lí, ví dụ như âm thanh, áp lực cơ khí, áp suất, ánh sáng hoặc nhiệt độ. Ví dụ như, một microphone là một bộ chuyển đổi.

- Một kỹ sư ô tô có thể dùng máy oscilloscope để đo đặc sự rung của động cơ. Một nghiên cứu sinh y khoa có thể dùng máy oscilloscope để đo đặc các sóng não.

Bài tập thực hành 3

Cho máy hiện sóng OS 3530 như hình sau:



Yêu cầu:

- Nhận biết, phân biệt các núm điều chỉnh trên máy hiện sóng
- Kiểm tra, hiệu chỉnh máy hiện sóng trước khi vận hành
- Thực hiện đo kiểm tra điện áp 12VDC

5. DỤNG CỤ TỰ GHI

5.1. Khái niệm chung

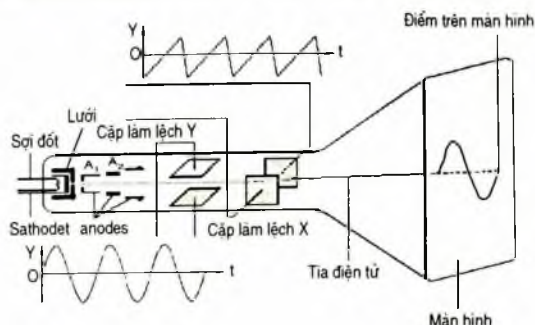
- Dụng cụ tự ghi là dụng cụ đo lường mà giá trị kết quả của phép đo được dụng cụ tự hiển thị lên màn hình CRT có tính thời gian thực.

Thành phần chính bao gồm:

- + Cơ cấu đo
- + Mạch xử lý tín hiệu
- + Cơ cấu ghi: thường là màn hình CRT

5.2. Nguyên tắc cấu tạo

Cơ cấu chi thị CRT Cathode Ray Tube có cấu tạo như hình sau:



Hình 3.7. Sơ đồ cấu tạo cơ cấu chi thị CRT

- CRT là một ống chân không với các hệ thống điện cực và màn huỳnh quang. chùm electron do katot phát ra sẽ được hướng tới màn hình theo sự điều khiển từ bên ngoài và làm phát sáng lớp photpho tại điểm chúng đập vào.

- Katot làm bằng niken hình trụ đáy phẳng phủ oxit để phát ra điện tử. Một sợi đốt nằm bên trong katot có nhiệm vụ nung nóng katot để tăng cường thêm số điện tử phát xạ. Sợi đốt có điện thế khoảng 6,3V nhưng katot có điện thế xấp xỉ - 2kV.

- Lưới là một cốc Niken có lỗ ở đáy bao phủ lấy katot. Thế của lưới xấp xỉ từ - 2kV đến - 2,05kV để điều khiển dòng electron từ katot hướng tới màn hình. Khi thế của lưới thay đổi sẽ điều chỉnh lượng electron bắn ra khỏi katot, tức là làm cho điểm sáng trên màn hình có độ chói khác nhau. Vì vậy thành phần điều khiển thế của lưới còn gọi là thành phần điều khiển độ chói.

- Anot gồm 3 anot A1, A2 và A3, A1 có dạng hình trụ, một đầu hở và một đầu kín có lỗ ở giữa cho electron đi qua. A1 tiếp đất nên có thế dương hơn katot, electron được gia tốc từ katot qua lưới và anot để đến màn hình. Các anot này được gọi là các điện cực điều tiêu hay thấu kính điện tử.

- Vì các electron cùng mang điện tích âm nên chúng có xu hướng đẩy nhau, nghĩa là chùm tia điện tử sẽ loe rộng ra và khi đập vào màn huỳnh quang sẽ tạo ra một vùng sáng, nghĩa là hình ảnh hiển thị bị nhòe. Nhờ có các điện cực điều tiêu, chùm electron sẽ bị hội tụ lại làm cho các electron hướng tới 1 điểm nhỏ trên màn hình, tức là hình ảnh hiển thị được rõ nét. A2 có thể -2kV để tạo ra các đường đẳng thế làm cho electron chuyển động qua anot có tốc độ ổn định

5.3. Công dụng

- Nhận dạng tín hiệu (Xung vuông, răng cưa, hình sin, tín hiệu hình, tín hiệu tiếng...)
- Xác định rõ các giá trị thời gian và mức điện áp và đường đi của một tín hiệu.
- Tính toán được tần số của một tín hiệu dao động.

- Nhận thấy “các phần động” của một mạch điện được biểu diễn bởi tín hiệu.
- Chỉ ra nếu một thành phần lỗi làm méo dạng tín hiệu.

Câu hỏi và bài tập:

Câu 1. So sánh sự giống và khác giữa Vôn kế điện từ xoay chiều và vôn kế điện từ Tranzitor.

Câu 2. Nêu quy trình sử dụng máy đo tần số hiện số.

Câu 3. Nêu cách hiệu chỉnh máy phát xung trước khi làm việc. Thực hiện tạo xung vuông 5V 2Hz trên máy phát xung FG30.

Câu 4. Nêu cách hiệu chỉnh máy hiện sóng trước khi làm việc. Thực hiện đo kiểm điện áp 12V xoay chiều trên máy hiện sóng OS 3530.

Câu 5. Nêu nguyên lý hoạt động của cơ cấu chỉ thị dùng ống tia điện từ CRT

Bài tập:

Cho 1 máy phát xung FG30 và máy hiện sóng OS3530

Yêu cầu:

a) Tạo xung điện áp răng cưa từ máy phát xung với thông số: $U = 5V$; $f = 12Hz$; $\alpha = 45^\circ$

b) Sử dụng máy đo hiện sóng kiểm tra xung răng cưa vừa được tạo từ máy hiện sóng.

BÀI 4

ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN VÀ KHÔNG ĐIỆN

Mục tiêu:

- Phân tích được sơ đồ nguyên lý của Vôn kế, Ampe kế, Oát kế, ôm kế.
- Sử dụng thành thạo các phương pháp đo dòng điện, điện áp 1 chiều và xoay chiều.
- Trình bày được phương pháp mở rộng giới hạn đo dòng, áp trong mạch 1 chiều và xoay chiều.
- Phân tích được sơ đồ nguyên lý của dụng cụ đo điện năng xoay chiều 1 pha và 3 pha.
- Vận dụng được phương pháp đo các đại lượng không điện.


Nội dung của bài:

1. ĐO ĐIỆN ÁP

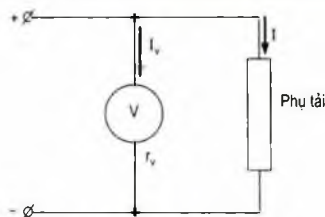
1.1. Đo điện áp 1 chiều

1.1.1. Nguyên lý chung

- Để đo điện áp đọc thẳng trị số ta dùng Vônmet 1 chiều.

Ký hiệu: 

- Khi đo Vônmet được mắc song song với đoạn mạch cần đo.



Hình 4.1. Sơ đồ mắc Vônmet

Ta có:

$$I_V = \frac{U}{r_V}$$

Với r_V = Hằng số, biết I_V suy ra điện áp U .

- Dòng qua cơ cấu I_V làm quay kim một góc tỷ lệ với dòng điện I_V cũng chính tỷ lệ với điện áp cần đo U . Trên thang đo ta ghi thẳng trị số điện áp. Suy ra I_V gây sai số. muốn giảm sai số thì phải tăng điện trở r_V .

- Mặt khác Vônmet cũng tiêu thụ một lượng công suất:

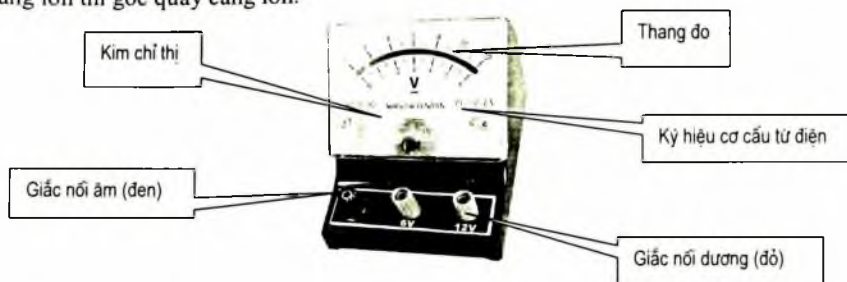
$$P_V = \frac{U^2}{r_V}$$

$\Rightarrow r_V$ càng lớn thì P_V càng nhỏ điện áp U đo được càng chính xác.

1.1.2. Cấu tạo, nguyên lý của Vôn kế

Nguyên lý hoạt động:

- Khi nối 2 đầu que đo vào 2 cực của điện áp cần đo, sẽ có 1 dòng điện nhỏ chạy qua khung dây của cơ cấu đo từ điện, lực điện từ sinh ra sẽ làm kim quay 1 góc. Góc quay α của kim đo tỷ lệ với dòng điện cần đo và độ nhạy của cơ cấu đo, dòng điện và độ nhạy càng lớn thì góc quay càng lớn.



Hình 4.2. Cấu tạo vôn kế

1.1.3. Phương pháp đo, chọn thang đo

Chọn thang đo:

- Ước lượng đại lượng cần đo: Ta có thể căn cứ vào thông số mạch điện, Catalog máy, kinh nghiệm... để ước lượng xem giá trị cần đo nằm trong khoảng nào, nếu giá trị ước lượng vượt quá giới hạn của dụng cụ đo thì cần thay dụng cụ khác.

- Lựa chọn thang đo phù hợp: căn cứ vào ước lượng giá trị để lựa chọn thang đo, 6V hoặc 12V.

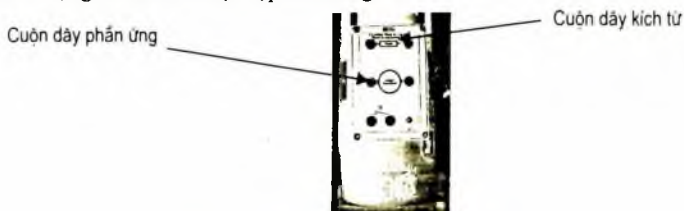
Phương pháp đo:

- Ta xác định cực tính âm, dương của điện áp.

- Nối giắc đo từ đồng hồ đến cực tính của điện áp: âm - giắc đen; dương - giắc đỏ.

Bài tập thực hành 1:

Cho 1 động cơ kích từ độc lập có thông số:



- Công suất $P_{\max} = 2300 \text{ W}$

- Điện áp $U_{\text{tr max}} = 420 \text{ V}$

- Điện áp kích từ $U_{\text{kt max}} = 190 \text{ V}$

Yêu cầu:

- Lựa chọn dụng cụ đo điện áp 1 chiều trên phản ứng và kích từ.
- Lựa chọn thang đo dựa vào thông số động cơ.
- Đo điện áp 1 chiều trên phản ứng và kích từ khi đầy tải và khi non tải.

*** Mục tiêu bài tập:** Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng.

- Lựa chọn được dụng cụ đo và thang đo điện áp thích hợp.
- Biết cách đo được điện áp 1 chiều.

*** Nội dung bài :**

- Sử dụng đồng hồ vạn năng CIE 8008 để đo điện áp 1 chiều.
- Lựa chọn thang đo $V = 700 \text{ DC}$.
- Đề đo điện áp: Que đen nối vào cực (-).
Que đỏ nối vào cực (+).
- Đọc số chỉ trên đồng hồ hồ.

1.2. Đo điện áp xoay chiều

1.2.1. Nguyên lý chung

- Đối với cơ cấu đo điện động, điện từ, Vônmet AC dùng những cơ cấu này phải mắc nối tiếp điện trở với cơ cấu đo như Vônmet DC. Vì hai cơ cấu này hoạt động với trị hiệu dụng của dòng xoay chiều.

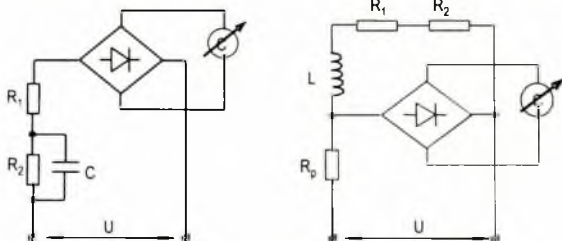
- Cơ cấu từ điện phải dùng phương pháp biến đổi như ở Ampemét tức là dùng diot chỉnh lưu.

- Cách mắc Vôn kế vẫn như trường hợp đo điện áp 1 chiều.

1.2.2. Mạch đo

***Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều:**

Là dụng cụ được phối hợp mạch chỉnh lưu với cơ cấu đo từ điện như hình vẽ sau:

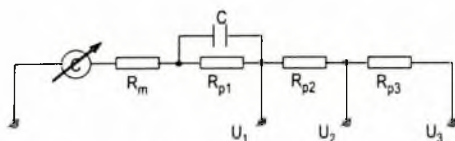


Hình 4.3. Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều

- R_1 : điện trở bù nhiệt độ làm bằng dây đồng.
- R_2 : điện trở manganin.
- L và C : điện cảm và điện dung bù tần số.
- R_p : là điện trở phụ.

*Vônmet điện từ:

Là dụng cụ đo điện áp xoay chiều tần số công nghiệp. Cuộn dây phần tĩnh có số vòng lớn từ 1000 ÷ 6000 vòng. Để mở rộng thang đo người ta mắc nối tiếp với cuộn dây các điện trở phụ như hình dưới đây. Tụ điện C dùng để bù tần số khi đo ở tần số cao hơn tần số công nghiệp.



Hình 4.4. Vônmet điện từ

*Vônmet điện động:

- Cấu tạo của Vônmet điện động giống Ampemét điện động nhưng số vòng cuộn dây tĩnh lớn hơn, tiết diện dây nhỏ hơn.

- Trong Vônmet điện động cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được mắc nối tiếp nhau. Cuộn dây tĩnh được chia thành 2 phần A_1 và A_2 hình vẽ trên.

Khi đo điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 150V, hai đoạn A_1 và A_2 được mắc song song với nhau. Nếu điện áp $U > 150V$ các đoạn A_1 và A_2 được mắc nối tiếp nhau.

1.2.3. Phương pháp đo

Chọn thang đo:

- Ước lượng đại lượng cần đo: Ta có thể căn cứ vào thông số mạch điện, Catalog máy, kinh nghiệm... để ước lượng xem giá trị cần đo nằm trong khoảng nào, nếu giá trị ước lượng vượt quá giới hạn của dụng cụ đo thì cần thay dụng cụ khác

- Lựa chọn thang đo phù hợp: căn cứ vào ước lượng giá trị để lựa chọn thang đo, 250V, 380V hoặc 600V

Phương pháp đo:

- Nối giắc đo từ đồng hồ đến thiết bị cần đo điện áp, không cần quan tâm đến cực tính.

Bài tập thực hành 2:

Cho 1 động cơ không đồng bộ 3 pha có thông số:

- Công suất $P = 1500 \text{ W}$

- Điện áp $Y/\Delta = 400 \text{ V}/230\text{V}$

- Dòng điện $Y/\Delta = 3,35 \text{ A}/6,1\text{A}$

- Tốc độ 1500 rpm

- Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,84$

Yêu cầu:

- Lựa chọn dụng cụ đo điện áp pha và điện áp dây xoay chiều.

- Lựa chọn thang đo dựa vào thông số động cơ.

- Đo điện áp xoay chiều trên 3 pha của động cơ khi đầy tải và khi non tải.

* *Mục tiêu bài tập:* Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng:

- Lựa chọn được dụng cụ đo và thang đo điện áp thích hợp.
- Biết cách đo được điện áp xoay chiều.

* *Nội dung bài:*

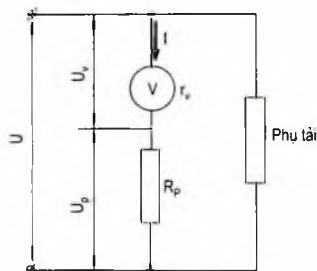
- Sử dụng đồng hồ vạn năng CIE 8008 để đo điện áp xoay chiều.
- Lựa chọn thang đo V ~ 750 AC.
- Để đo điện áp: Que đen và que đỏ chạm 2 đầu của lần lượt pha A, pha B, pha C.
- Đọc số chỉ trên đồng hồ.

1.3. Mở rộng giới hạn thang đo

1.3.1. Nguyên lý chung

- Mỗi cơ cấu đo chỉ giới hạn đo được một giá trị nhất định. Vì vậy, để mở rộng giới hạn đo của Vônmet (Khi điện áp cần đo vượt quá giới hạn đo cho phép của Vônmet) người ta mắc thêm một điện trở phụ R_p nối tiếp với cơ cấu đo điện áp 1 chiều và sử dụng biến áp đo lường với đo điện áp xoay chiều.

1.3.2. Mở rộng thang đo điện áp 1 chiều bằng cách mắc thêm điện trở phụ



Hình 4.5. Mở rộng thang đo điện áp 1 chiều bằng cách mắc thêm điện trở phụ

Ta có:

$$\frac{U}{U_v} = n_u \Rightarrow U = U_v \cdot n_u$$

Với $n_u = 1 + \frac{R_p}{r_v}$: bội số điện trở phụ

- Hệ số n_u cho biết khi mắc điện trở phụ thì thang đo của Vônmet được mở rộng n_u lần.
- Nếu R_p rất lớn so với r_v thì thang đo càng được mở rộng.
- R_p càng lớn so với r_v thì cỡ đo càng được mở rộng.
- Tổng trở vào của Vônmet thay đổi theo tầm đo nghĩa là tổng trở vào càng lớn thì tầm đo điện áp càng lớn. Cho nên người ta dùng trị số độ nhạy Ω / VDC của Vônmet để xác định tổng trở vào cho mỗi tầm đo.

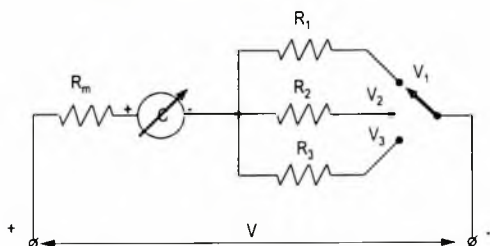
Ví dụ: Vônmet có độ nhạy $20\text{k}\Omega / \text{VDC}$

+ Ở tầm đo 2,5V tổng trở vào:

$$Z_{V1} = 2,5\text{V} \times 20 \text{ k}\Omega / \text{VDC} = 50 \text{ k}\Omega$$

+ Ở tầm đo 10V tổng trở vào:

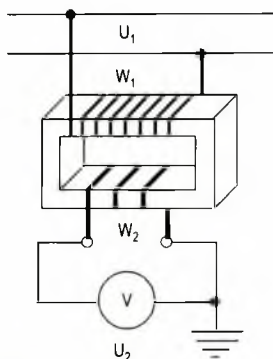
$$Z_{V2} = 10\text{V} \times 20 \text{ k}\Omega / \text{VDC} = 200 \text{ k}\Omega$$



Hình 4.6. Mạch mở rộng 3 thang đo

1.3.3. Mở rộng thang đo điện áp xoay chiều

- Để mở rộng phạm vi đo lớn hơn (trên 600V), người ta dùng máy biến điện áp đo lường (BU).



Hình 4.7. Máy biến áp đo lường

Tương tự như BI, BU dùng đo lường trong mạch điện xoay chiều điện áp cao. Cấu tạo tương tự như máy biến áp thông thường, ta có tỷ số biến áp:

$$\Rightarrow U_1 = K_U \cdot U_2$$

Điện áp định mức thứ cấp U_2 luôn luôn được tính toán là 100V (trừ một số trường hợp đặc biệt).

Ví dụ:


- Đối với điện áp 10kV: người ta thường dùng BU có điện áp định mức 10000/100V
- Đối với điện áp 35kV: người ta thường dùng BU có điện áp định mức 35000/100V

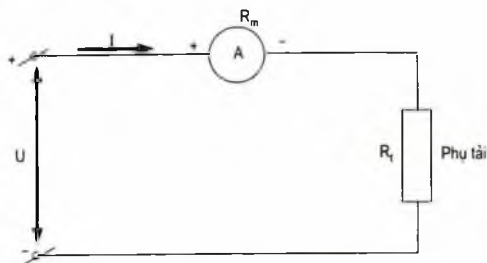
2. ĐO DÒNG ĐIỆN

2.1. Đo dòng điện 1 chiều

2.1.1. Nguyên lý chung

Để đo dòng điện đọc thẳng trị số ta dùng Ampemét 1 chiều.

Ký hiệu: 



Hình 4.8. Sơ đồ mắc Ampemét trong mạch

Ta có:

$$R_{td} = R_t + R_m$$

Trong đó: R_m - điện trở trong của Ampemét \Leftrightarrow gây sai số.

Mặt khác, khi đo Ampemét tiêu thụ một lượng công suất: $P_A = I_2 R_m$. Từ đó để phép đo được chính xác thì R_m phải rất nhỏ.

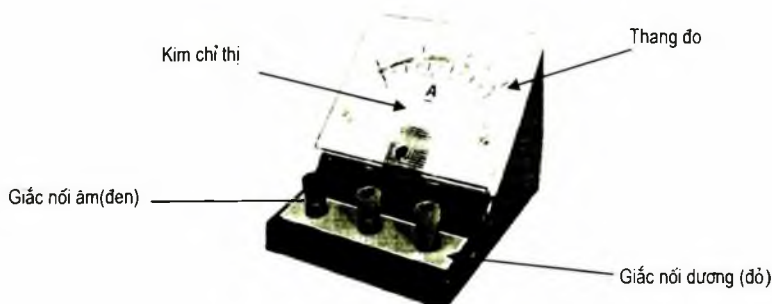
- Khi đo dòng điện, cần mắc Ampemét nối tiếp với thiết bị cần đo dòng điện.
- Công suất tiêu thụ của Ampe càng nhỏ càng tốt, điện trở của ampe càng nhỏ càng tốt và lý tưởng là bằng 0.
- Khi sử dụng cần lựa chọn một dải tần cho trước để đảm bảo cấp chính xác của dụng cụ đo.

2.1.2. Cấu tạo, nguyên lý của Ampe kế

- Ampe kế một chiều được chế tạo dựa trên cơ cấu chỉ thị từ điện.
- Độ lệch của kim tỉ lệ thuận với dòng chạy qua cuộn động nhưng độ lệch kim được tạo ra bởi dòng điện rất nhỏ và cuộn dây quấn bằng dây có tiết diện bé nên khả năng chịu dòng rất kém. Thông thường, dòng cho phép qua cơ cấu chỉ trong khoảng 10^{-4} đến 10^{-2} A; điện trở của cuộn dây từ 20Ω đến 2000Ω với cấp chính xác 1.1; 1; 0.5; 0.2; và 0,05.

Nguyên lý hoạt động:

- Khi nối 2 đầu que đo vào mạch điện cần đo dòng, sẽ có 1 dòng điện nhỏ chạy qua khung dây của cơ cấu đo từ điện, lực điện từ sinh ra sẽ làm kim quay 1 góc. Góc quay α của kim đo tỷ lệ với dòng điện cần đo và độ nhạy của cơ cấu đo. dòng điện và độ nhạy càng lớn thì góc quay càng lớn.



Hình 4.9. Cấu tạo ampe kế 1 chiều

2.1.3. Phương pháp đo, chọn thang đo

Chọn thang đo:

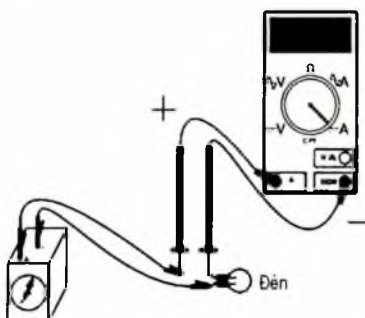
- Ước lượng đại lượng cần đo: Ta có thể căn cứ vào thông số mạch điện, Catalog máy, kinh nghiệm... để ước lượng xem giá trị cần đo nằm trong khoảng nào, nếu giá trị ước lượng vượt quá giới hạn của dụng cụ đo thì cần thay dụng cụ khác.

- Lựa chọn thang đo phù hợp: căn cứ vào ước lượng giá trị để lựa chọn thang đo.

Phương pháp đo:

- Ta xác định cực tính âm, dương của dòng điện.

- Nối giắc đo từ đồng hồ đến cực tính của điện áp: âm - giắc đen; dương - giắc đỏ.



Bài tập thực hành 3:

Cho 1 động cơ kích từ độc lập có thông số:

- Công suất $P_{\max} = 2300 \text{ W}$

- Điện áp $U_{r \max} = 420 \text{ V}$

- Điện áp kích từ $U_{kt \max} = 190 \text{ V}$

Yêu cầu:

- Lựa chọn dụng cụ đo dòng điện và điện áp 1 chiều chạy qua cuộn dây phản ứng và cuộn dây kích từ.

- Lựa chọn thang đo dựa vào thông số động cơ.
- Đo dòng và áp 1 chiều trên phần ứng và kích từ khi đầy tải và khi non tải.
- * *Mục tiêu bài tập:* Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng:
- Lựa chọn được dụng cụ đo và thang đo dòng áp thích hợp.
- Biết cách đo được điện áp và dòng 1 chiều.

* *Nội dung bài :*

- Sử dụng đồng hồ vạn năng CIE 8008 để đo điện áp và dòng điện 1 chiều.
- Lựa chọn thang đo 700 VDC để đo điện áp 1 chiều.
- Lựa chọn thang đo 10A DC để đo dòng điện 1 chiều.

Que đen nối vào cực (-).

Que đỏ nối vào cực (+).

2.2. Đo dòng điện xoay chiều

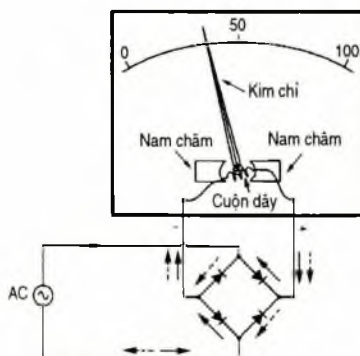
2.2.1. Nguyên lý chung

- Cơ cấu điện từ và điện động đều hoạt động được với dòng điện xoay chiều, do đó có thể dùng hai cơ cấu này trực tiếp và mở rộng tầm đo như Ampemét đo dòng điện một chiều.
- Riêng cơ cấu từ điện khi dùng phải biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Ngoài ra do tính chính xác của cơ cấu từ điện nên cơ cấu này rất thông dụng trong phần lớn Ampemét (trong máy đo vạn năng: VOM).
- Để đo cường độ dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp người ta thường sử dụng ampemét từ điện chỉnh lưu, ampemét điện từ, và ampemét điện động.
- Cách mắc Ampe kế vẫn như trường hợp đo dòng điện 1 chiều.

2.2.2. Mạch đo

* *Ampe mét chỉnh lưu:*

- Là dụng cụ đo dòng điện xoay chiều kết hợp giữa cơ cấu chỉ thị từ điện và mạch chỉnh lưu bằng diode.



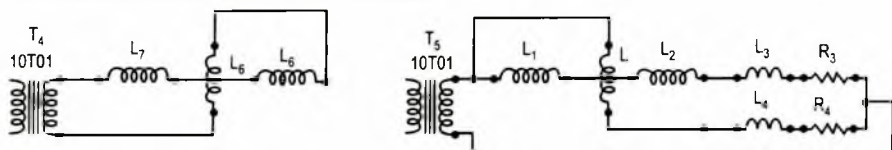
Hình 4.10. Ampemét chỉnh lưu

- Các ampe kế chỉnh lưu có độ chính xác không cao (từ 1 tới 1,5) do hệ số chỉnh lưu thay đổi theo nhiệt độ và thay đổi theo tần số.

*Ampemét điện động:

- Thường được sử dụng để đo dòng điện ở tần số 50Hz và cao hơn (400 – 2.000Hz) với độ chính xác khá cao (cấp 0,5 – 0,2)

- Khi dòng điện đo nhỏ hơn 0,5A người ta mắc nối tiếp cuộn tĩnh và cuộn động còn khi dòng lớn hơn 0,5A thì mắc song song.



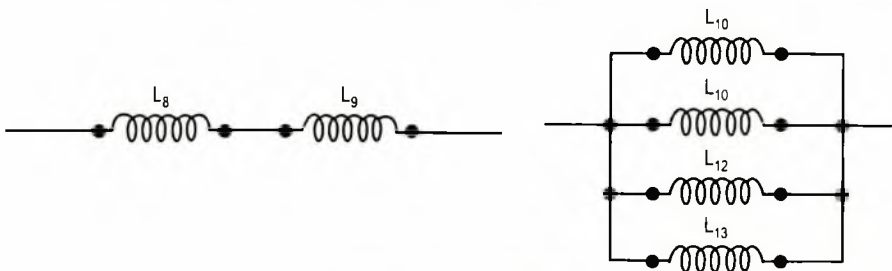
Hình 4.11. Ampemét điện động

Trong đó các điện trở và cuộn dây (L_3, R_3), (L_4, R_4) là để bù sai số do nhiệt (thường làm bằng manganin hoặc constantan) và sai số do tần số (để dòng qua hai cuộn tĩnh và cuộn động trùng pha nhau)

*Ampemet điện từ

- Là dụng cụ đo dòng điện dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu điện từ được chế tạo với số ampe vòng xác định ($I.W$ là một hằng số)

- Khi đo dòng có giá trị nhỏ người ta mắc các cuộn dây nối tiếp và khi đo dòng lớn người ta mắc các cuộn dây song song.

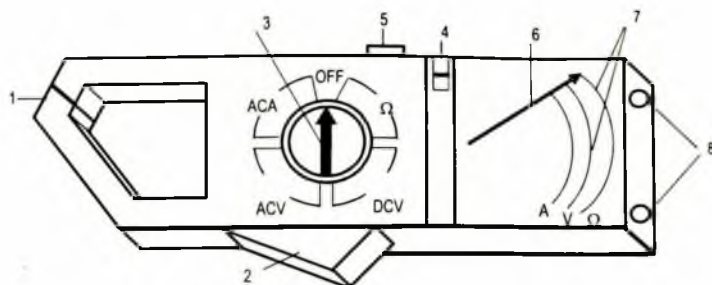


Hình 4.12. Ampemét điện từ

*Ampe kim

- Ampe kim là một máy biến dòng có lắp sẵn một ampemét vào cuộn thứ cấp. Đường dây có dòng điện cần đo đóng vai trò cuộn sơ cấp. Mạch từ của Ampe kim có thể mở ra như một chiếc kim.

- Chức năng chính của Ampe kim là đo dòng điện xoay chiều (đến vài trăm ampe) mà không cần phải cắt mạch điện, thường dùng để đo dòng điện trên đường dây, dòng điện qua các máy móc đang làm việc...



Hình 4.13. Kết cấu ngoài của Ampe kim

1. Gọng kim; 2. Chốt mở gọng kim; 3. Núm xoay; 4. Nút khóa kim;
5. Nút điều chỉnh 0; 6. Kim đo; 7. Các vạch đọc; 8. Lò cắm que đo

- Khi cần đo dòng điện của một đường dây nào đó chỉ việc mở mạch từ ra và cho đường dây đó vào giữa kim rồi đóng mạch từ lại. Ampemét gắn trên kim sẽ chỉ cho biết giá trị dòng điện cần đo.



2.2.3. Chọn thang đo

- Ước lượng đại lượng cần đo: Ta có thể căn cứ vào thông số mạch điện. Catalog máy, kinh nghiệm... để ước lượng xem giá trị cần đo nằm trong khoảng nào. nếu giá trị ước lượng vượt quá giới hạn của dụng cụ đo thì cần thay dụng cụ khác.

- Lựa chọn thang đo phù hợp: căn cứ vào ước lượng giá trị để lựa chọn thang đo.

Bài tập thực hành 4:

Cho 1 động cơ KĐB 3 pha có thông số:

- Công suất $P = 1700 \text{ W}$
- Điện áp $Y/\Delta = 400 \text{ V}/230\text{V}$
- Dòng điện $Y/\Delta = 3,9 \text{ A}/ 6,7 \text{ A}$
- Tốc độ 1000 rpm
- Hệ số công suất $\cos\varphi = 0,80$

Yêu cầu:

- Lựa chọn dụng cụ đo dòng điện và điện áp dây và pha của động cơ.
- Lựa chọn thang đo dựa vào thông số động cơ.
- Đo dòng và áp xoay chiều trên 3 pha của động cơ khi đầy tải và khi non tải.

*** Mục tiêu bài tập:** Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng:

- Lựa chọn được dụng cụ đo và thang đo dòng áp thích hợp.
- Biết cách đo được điện áp và dòng xoay chiều.

*** Nội dung bài:**

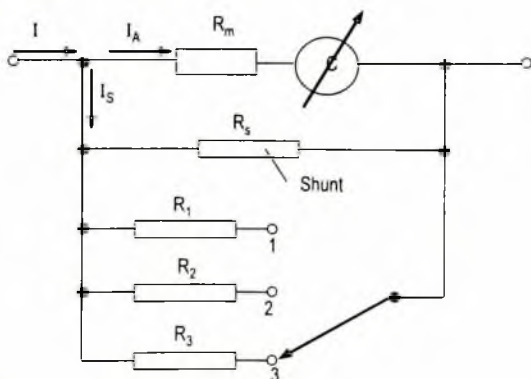
- Sử dụng đồng hồ vạn năng CIE 8008 để đo điện áp và dòng điện.
- Lựa chọn thang đo 750 VAC để đo điện áp xoay chiều.
- Lựa chọn thang đo 10A DC để đo dòng điện xoay chiều.

2.3. Mở rộng thang đo

2.3.1. Nguyên lý chung

- Mỗi cơ cấu đo chỉ giới hạn đo được một giá trị nhất định, để mở rộng giới hạn đo của Ampe-mét (Khi dòng cần đo vượt quá giới hạn đo cho phép) người ta mắc thêm một điện trở phụ R_P song song với cơ cấu đo và sử dụng biến áp đo lường với đo điện áp xoay chiều.

2.3.2. Mở rộng giới hạn đo dòng 1 chiều



Hình 4.14. Mở rộng thang đo dòng điện 1 chiều bằng cách mắc thêm điện trở phụ Shunt

Điện trở Shunt tính theo cách sau:

$$R_S = \frac{I_{Amax} \times R_m}{I_{tải} - I_{Amax}}$$

Ví dụ: Cho cơ cấu đo có nội trở $R_m = 1k\Omega$. Dòng điện lớn nhất qua cơ cấu là $50\mu A$. Tính các điện trở Shunt ở tầm đo 1 (1mA), tầm đo 2 (10mA), tầm đo 3 (100mA).

Giải:

Ở tầm đo 1 (1mA):

Áp dụng công thức: $R_S = \frac{I_{Amax} \times R_m}{I_{tai} - I_{Amax}}$

Ta có: $R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{I_{Amax} \times R_m}{I_{tai} - I_{Amax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 1}{950 \times 10^{-6}} = 52,6 \Omega$

Ở tầm đo 2 (10 mA):

Áp dụng công thức $R_S = \frac{I_{Amax} \times R_m}{I_{tai} - I_{Amax}}$

Ta có: $R_{S2} = R_1 + R_2 = \frac{I_{Amax} \times R_m + R_3}{I_{tai} - I_{Amax}} = \frac{50 \times 10^{-6} \times (1k\Omega + R_3)}{99950 \times 10^{-6}} = \frac{1k\Omega + R_3}{199}$

Ở tầm đo 3 (100 mA):

Áp dụng công thức: $R_S = \frac{I_{Amax} \times R_m}{I_{tai} - I_{Amax}}$

Ta có: $R_{S3} = R_1 = \frac{I_{Amax} \times R_m + R_3 + R_2}{I_{tai} - I_{Amax}} = \frac{50 \times 10^{-6} (1k\Omega + R_3 + R_2)}{99950 \times 10^{-6}} =$
 $= \frac{1k\Omega + R_3 + R_2}{1999}$

Thay vào ta có: $R_1 + R_2 = \frac{1k\Omega + R_3}{1999} = 52,6\Omega - R_3$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{10467,4 - 1000}{200} = 47,337\Omega$$

$$R_1 = \frac{1000 + 52,6 - R_1}{1999} = \frac{1052,6}{2000} = 0,526\Omega$$

$$R_2 = 52,6 - (47,337 + 0,526) = 4,737\Omega$$

Vậy giá trị các điện trở Shunt ở các tầm đo là:

$$R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3 = 0,526 + 4,737 + 47,337 = 52,6 \Omega$$

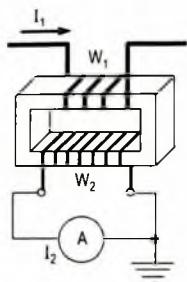
$$R_{S2} = R_1 + R_2 = 0,526 + 4,737 = 5,263 \Omega$$

$$R_{S3} = R_1 = 0,526 \Omega$$

2.3.3. Mở rộng giới hạn đo dòng xoay chiều

- Khi cần đo các dòng điện xoay chiều lớn, để mở rộng thang đo người ta dùng máy biến dòng điện (BI).

* Cấu tạo của biến dòng gồm có 2 cuộn dây:



Hình 4.15. Máy biến dòng điện BI

- Cuộn sơ cấp W_1 được mắc nối tiếp với mạch điện có dòng I_1 cần đo.
- Cuộn thứ cấp W_2 mắc nối tiếp với Ampemét có dòng điện I_2 chạy qua.
- * Để đảm bảo an toàn cuộn thứ cấp luôn luôn được nối đất.
- Cuộn thứ cấp được chế tạo với dòng điện định mức là 5A. Chẳng hạn, ta thường gặp máy biến dòng có dòng điện định mức là: 15/5A; 50/5A; 70/5A; 100/5A... (Trừ những trường hợp đặc biệt).

Ta có tỷ số biến dòng $K_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$

Tỷ số K_i bao giờ cũng được tính sẵn khi thiết kế BI nên khi trên ampemét có số đo I_2 ta dễ dàng tính ngay được I_1 :

$$I_1 = K_i I_2$$

Ví dụ: Biến dòng điện có dòng điện định mức là 600/5A; $W_1 = 1$ vòng.

Xác định số vòng của cuộn thứ cấp và tìm xem khi ampemét thứ cấp chỉ $I_2 = 2,85A$ thì dòng điện cuộn sơ cấp là bao nhiêu.

Giải:

- Tỷ số biến dòng: $K_i = \frac{600}{5} 120$
- Số vòng cuộn thứ cấp $W_2 = K_i W_1 = 120$ vòng
- Dòng điện sơ cấp $I_1 = K_i I_2 = 120 \times 2,85 = 342A$

3. ĐO CÔNG SUẤT

Công suất là đại lượng cơ bản của các hiện tượng và quá trình vật lý nói chung và của các hệ thống điện tử nói riêng, do vậy việc xác định công suất là phép đo quan trọng và phổ biến.

- Trong thực tế, người ta phân công suất thành các loại như sau:
 - + Công suất thực (công suất hữu công): P
 - + Công suất phản kháng (công suất vô công): Q
 - + Công suất biểu kiến (công suất danh định): S

- Đối với mạch điện một chiều công suất thực P được tính theo một trong các công thức sau đây:

$$P = U.I; \quad P = I^2.R; \quad P = U^2 / R$$

trong đó: I - dòng trong mạch;

U - điện áp rơi trên phụ tải có điện trở R .

- Đối với mạch điện xoay chiều một pha

$$P = U.I.\cos\varphi; \quad Q = U.I.\sin\varphi; \quad S = U.I$$

trong đó: U, I - các giá trị hiệu dụng;

φ - góc lệch pha giữa dòng và áp trên phụ tải;

$\cos\varphi$ được gọi là hệ số công suất.

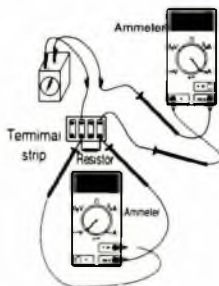
3.1. Dụng cụ đo công suất

3.1.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc

** Ampe kế và Vôn kế*

- Với $P = U.I$ với U và I là kết quả chỉ thị trên Vôn kế và Ampe kế.

- Ta sử dụng kết hợp Vôn kế và Ampe kế để đo dòng và áp, sau đó thực hiện tính toán được giá trị công suất.



Nhược điểm:

+ Chậm có kết quả vì phải qua quá trình tính toán trung gian.

+ Cần phải có 2 dụng cụ đo.

+ Sai số tương đối lớn:

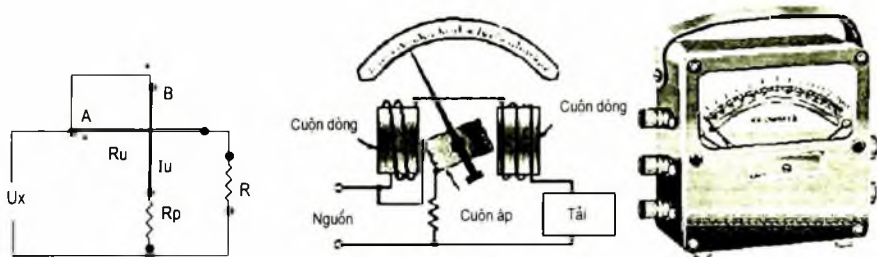
[Sai số phép đo = (sai số Ampemét + sai số Vônmét + sai số tính toán)].

- Trên thực tế người ta sử dụng cách đo trực tiếp công suất bằng đồng hồ Oat kế

** Oat kế điện động:*

- Oat kế điện động (hoặc sắt điện động) là dụng cụ cơ điện để đo công suất thực trong mạch điện một chiều hoặc xoay chiều một pha. Cấu tạo chủ yếu của Oat kế điện động là cơ cấu chỉ thị điện động.

Hình bên là cấu tạo về mặt nguyên tắc và hình dạng thực tế của một oat kế.



Hình 4.16. Cấu tạo oát kế điện động

Hoạt động:

xét sơ đồ nguyên tắc của Oat kế điện động như hình trên:

A - cuộn dây tĩnh mắc nối tiếp với điện trở tải R.

B - cuộn dây động mắc song song với nguồn cung cấp.

Rp - điện trở phụ.

Ru - điện trở của bản thân cuộn động.

Khi có điện áp U đặt lên cuộn dây động (tức là dòng qua cuộn động là I_2 tỉ lệ với U) và dòng điện I đi qua phụ tải R (tức là dòng qua cuộn tĩnh I_1 chính là dòng I). Sự tương tác giữa các trường từ được tạo ra bởi các cuộn dây sẽ làm kim của Oatmet lệch đi một góc α .

3.1.2. Đặc điểm và công dụng

- Do Oatmet điện động có cực tính nên khi đảo pha của 1 trong 2 cuộn dây Oátmet sẽ quay ngược, vì vậy, các cuộn dây được đánh dấu (*). Khi nối các đầu dây cần nối các đầu dây có dấu (*) với nhau.

- Oátmet điện động thường có nhiều thang đo theo dòng và áp. Giới hạn đo theo dòng là 5A và 10A, theo áp là 150V và 300V

- Dải tần số từ 0 tới KHz

- Độ chính xác đạt 0,1 tới 0,2% với tần số dưới 200Hz

3.2. Đo công suất trong mạch 1 chiều và xoay chiều 1 pha

3.2.1. Đo công suất trong mạch 1 chiều

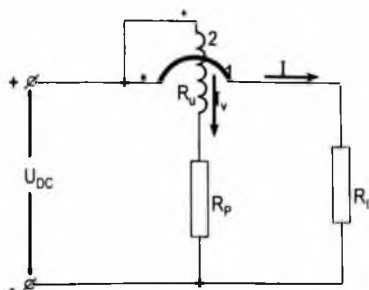
Đề đo công suất trực tiếp ta dùng dụng cụ đo là Oátmet .

Oátmet thường được chế tạo từ cơ cấu đo điện động hoặc sắt điện động. Đây là hai cơ cấu đo vừa đo được I_{AC} và I_{DC} . Oátmet gồm hai cuộn dây:

- Trên thang đo người ta ghi thẳng trị số công suất tương ứng với góc quay α .

- Khi đổi chiều dòng điện của một trong hai cuộn dây mô men quay sẽ đổi chiều, do đó kim của Oátmet sẽ quay ngược lại. Tính chất đó gọi là cực tính của Oátmet .

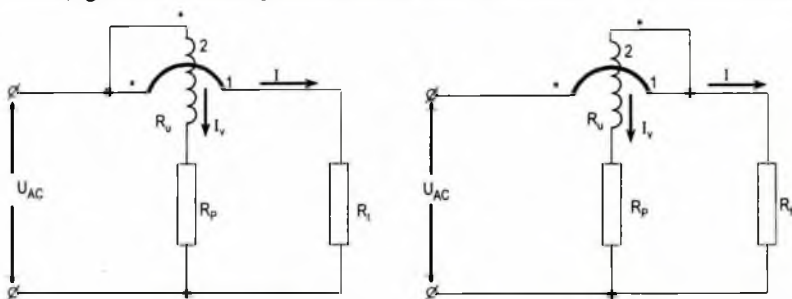
- Để tránh mắc nhầm cực tính, các đầu cuộn dây cùng nối với đầu nguồn được đánh dấu (*) hoặc (+). Cần chú ý điều này khi sử dụng Oátmet .



Hình 4.17. Đo công suất mạch 1 chiều bằng Oátmét

3.2.2. Đo công suất trong mạch xoay chiều 1 pha

- Sử dụng Oátmét để đo công suất mạch xoay chiều 1 pha. Cách đấu vào mạch: có 2 cách



Hình 4.18. Đo công suất mạch xoay chiều bằng Oátmét

a) Cuộn điện áp mắc trước; b) Cuộn điện áp mắc sau

+ Đấu theo hình (a) dùng khi đo mạch điện có công suất nhỏ

+ Đấu theo hình (b) dùng khi đo mạch điện có công suất lớn.

3.3. Đo công suất trong mạch xoay chiều 3 pha

3.3.1. Nguyên lý chung

- Đo công suất ở mạch 3 pha 4 dây người ta dùng 3 Oátmét 1 pha, mỗi Oátmét mắc vào một pha, sau đó cộng các chỉ số của chúng lại với nhau:

$$P_{3P} = P_1 + P_2 + P_3$$

- Đo công suất của mạng 3 pha 3 dây được đo 2 Oátmét một pha:

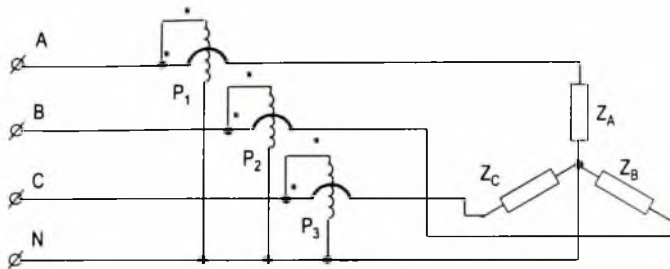
* Oátmét thứ nhất đo dòng điện pha A và điện áp U_{AC}

* Oátmét thứ hai đo dòng điện pha B và điện áp U_{BC}

- Đo công suất của mạng 3 pha cân bằng chúng ta chỉ cần dùng một Oátmét một pha đo công suất ở một pha sau đó lấy kết quả đo được nhân với 3 (mạch 3 pha 4 dây), hoặc nhân với 2 (mạch 3 pha 3 dây).

3.3.2. Sơ đồ mạch đo

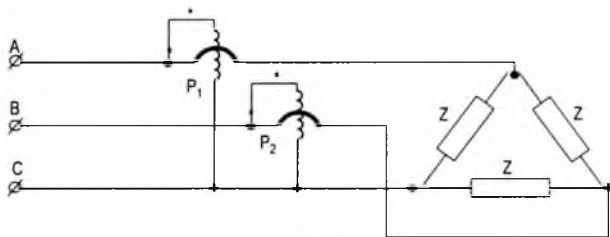
- Đo công suất ở mạch 3 pha 4 dây



Hình 4.19. Đo công suất mạch 3 pha 4 dây

Trong thực tế người ta chế tạo Oátmét 3 pha 3 phần tử. Nó bao gồm 3 cuộn dòng điện, tương ứng với 3 cuộn điện áp gắn trên cùng một trục quay. Mômen làm quay phần động là tổng của 3 mômen thành phần. Tức là số chỉ của Oátmét sẽ tỷ lệ với công suất 3 pha.

- Đo công suất ở mạch 3 pha 3 dây:

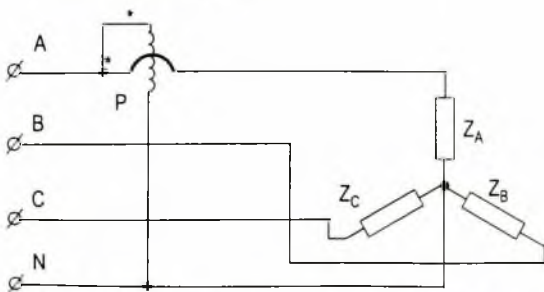


Hình 4.20. Đo công suất mạch 3 pha 3 dây

Công suất:

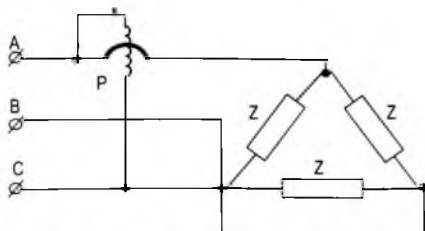
$$\begin{aligned} P_{3P} &= i_A U_A + i_B U_B + i_C U_C = i_A U_A + i_B U_B - (i_A + i_B) U_C \\ &= i_A (U_A - U_C) + i_B (U_B - U_C) = i_A U_{AC} + i_B U_{BC} = P_1 + P_2 \end{aligned}$$

- Đo công suất ở mạch 3 pha 4 dây cân bằng:



Hình 4.21. Đo công suất mạch 3 pha 4 dây cân bằng

Công suất đo được $P = 3.P_{wm}$



Hình 4.22. Đo công suất mạch 3 pha 3 dây cân bằng

Công suất đo được $P = 2.P_{wm}$

Bài tập thực hành 5:

Cho 1 động cơ KĐB 3 pha có thông số:

- Công suất $P = 2200 \text{ W}$
- Điện áp $Y/\Delta = 400 \text{ V}/230\text{V}$
- Tốc độ 2000 rpm
- Hệ số công suất $\cos \varphi = 0,84$

Yêu cầu:

- Lựa chọn dụng cụ đo dòng điện và điện áp dây và pha của động cơ.
- Lựa chọn thang đo dựa vào thông số động cơ.
- Đo dòng và áp xoay chiều trên 3 pha của động cơ khi đầy tải và khi non tải.

* Mục tiêu bài tập: Sau khi học xong bài học, sinh viên có khả năng

- Lựa chọn được dụng cụ đo và thang đo dòng áp thích hợp.
- Biết cách đo được điện áp và dòng xoay chiều.

* Nội dung bài :

- Sử dụng đồng hồ vạn năng CIE 8008 để đo điện áp và dòng điện.
- Lựa chọn thang đo 750 VAC để đo điện áp xoay chiều.
- Lựa chọn thang đo 10A DC để đo dòng điện xoay chiều.

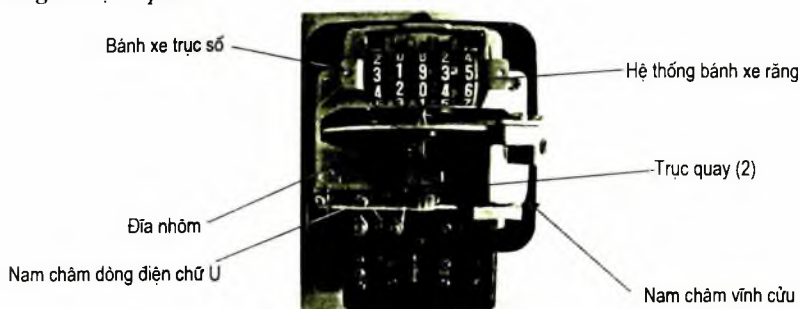
4. ĐO ĐIỆN NĂNG

4.1. Dụng cụ đo điện năng

4.1.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc

- Để đo điện năng trong mạch điện xoay chiều người ta dùng công tơ điện (còn gọi là máy đếm điện năng, điện kế hay điện năng kế). Nói cách khác: công tơ điện là loại máy đo dùng để đo lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải. Số chỉ trên công tơ được tính bằng kWh.

*** Công tơ điện 1 pha:**



Hình 4.23. Cấu tạo công tơ điện 1 pha

- Phần tĩnh:

Gồm có nam châm điện chữ G, nam châm dòng điện chữ U và một nam châm vĩnh cửu làm bộ cân dọi.

+ Nam châm điện chữ G quấn dây cỡ nhỏ, số vòng nhiều, nối song song với mạch cần đo làm cuộn áp.

+ Nam châm dòng điện chữ U quấn số vòng dây ít, tiết diện dây lớn làm cuộn dòng và được mắc nối tiếp với mạch cần đo.

+ Nam châm vĩnh cửu để tạo ra mômen cân.

- Phần động:

Là một đĩa nhôm tròn, ở tâm đĩa có gắn trục quay, một đầu trục gắn trên ổ đỡ, một đầu còn lại gắn với hệ thống bánh xe răng có cấu tạo đặc biệt theo tỷ lệ để đếm số vòng quay của đĩa nhôm thể hiện trên bánh xe của trực số.

Nguyên lý làm việc:

- Công tơ điện làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ:

- Khi có dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dòng điện sẽ sinh ra từ thông Φ_1 biến thiên qua đĩa nhôm do đó trong đĩa nhôm sẽ xuất hiện dòng điện xoáy i_i . Tương tự như vậy, ở cuộn điện áp dòng xoay chiều sinh ra từ thông Φ_2 biến thiên do đó sinh ra dòng điện i_u ngược chiều với i_i các dòng i_i và i_u tác dụng với Φ_1 và Φ_2 tạo thành mômen quay làm đĩa nhôm quay.

$$M_q = K_1 P$$

- Do đĩa nhôm lại nằm trong từ trường của nam châm vĩnh cửu nên khi đĩa nhôm quay thì trong đĩa lại xuất hiện dòng cảm ứng i_c . Sự tương tác giữa i_c và từ trường của nam châm vĩnh cửu sẽ sinh ra mômen hãm, ngược chiều với mômen quay (do đó nam châm vĩnh cửu còn được gọi là nam châm hãm).

$$M_c = K_2 \cdot n \quad (n \text{ là tốc độ quay của đĩa nhôm})$$

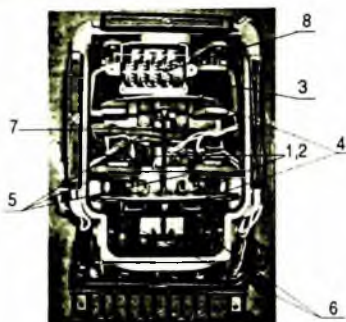
Khi $M_q = M_c$ thì đĩa nhôm quay đều

$$M_q = M_c \Rightarrow K_1 P = K_2 n$$

$$\Rightarrow n = P \frac{K_1}{K_2} - K_3 P \left(K_3 = \frac{K_1}{K_2} \right)$$

Như vậy tốc độ quay của đĩa nhôm tỷ lệ với công suất P của mạch cần đo (công suất qua công tơ điện).

*** Công tơ điện 3 pha**



- 1,2. Nam châm điện xoay chiều
- 3. Nam châm vĩnh cửu
- 4. Đĩa quay
- 5. Cuộn dây dòng điện
- 6. Cuộn dây điện áp
- 7. Trục quay
- 8. Hệ thống đếm vòng quay

Hình 4.24. Cấu tạo công tơ điện 3 pha

- Gồm 2 cơ cấu công tơ 1 pha nối trên cùng một trục quay như hình trên.

4.1.2. Đặc điểm công dụng

- Trên công tơ điện nhà sản xuất sẽ cho các giá trị.
- Điện áp định mức: U_{dm} là giá trị điện áp cho phép công tơ làm việc. Công tơ 1 pha thường có điện áp định mức là 220V hoặc 110V; Công tơ 3 pha thường có điện áp định mức là: 3 pha 380V hoặc 3 pha 220V.
- Dòng điện định mức: I_{dm} là giá trị dòng điện làm việc của công tơ. Nhà sản xuất thường cho giá trị dòng điện làm việc bình thường (định mức) và dòng điện tối đa (cực đại) mà công tơ có thể làm việc được dưới dạng I_{dm} (I_{max}).
- Hằng số công tơ: cho biết số vòng quay của công tơ trên mỗi KWh điện năng tiêu thụ. Thông thường có các hằng số sau: 450Rev/kWh; 600Rev/kWh; 900Rev/kWh; 1200 Rev/kWh...
- Ngoài ra trên nhãn còn có các thông số khác như: tần số; số hiệu sản phẩm; năm sản xuất...
- Quan sát các ký hiệu trên mặt công tơ để chọn công tơ thích hợp với mạch cần đo: điện áp, dòng điện định mức, hằng số công tơ, cấp chính xác.
- Khi chọn công tơ, ngoài việc chọn điện áp của công tơ thích hợp với điện áp mạch cần đo, ta cần phải chọn dòng điện định mức của công tơ thích hợp với dòng điện mạch đo. Muốn vậy ta phải tính cường độ dòng điện tối đa của tất cả các đồ dùng điện trong nhà. xem như tất cả đồ dùng điện này được sử dụng cùng một lúc.

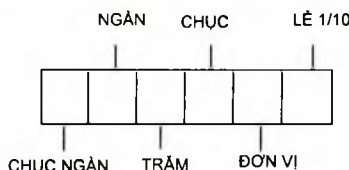
* Đo kiểm công tơ:

Do cấu tạo của công tơ (cuộn dòng điện dây to ít vòng và cuộn điện áp dây nhỏ nhiều vòng hơn) nên khi dùng Ohm kế để đo kiểm sẽ được kết quả $R_{\text{dòng}} \ll R_{\text{áp}}$.

Kiểm tra sơ bộ tốc độ quay của công tơ:

Tốc độ quay của công tơ phụ thuộc vào:

- + Độ lớn của tải: tải càng lớn tốc độ quay càng nhanh.
- + Hằng số đếm của công tơ: hằng số này càng cao tốc độ quay sẽ càng nhanh. Đây là tham số cơ bản để cân chỉnh hoặc kiểm tra độ chính xác của công tơ.
- Khi công tơ làm việc lượng điện năng tiêu thụ sẽ được hiển thị trên mặt số, đơn vị tính là KWh. Người dùng chỉ việc đọc giá trị này theo qui ước từ trái sang phải.



Tính điện năng tiêu thụ của một tháng $A_{\text{tháng}} = \text{chỉ số mới} - \text{chỉ số cũ}$.

4.2. Đo điện năng mạch 1 pha

4.2.1. Nguyên lý mạch đo

- Khi có dòng điện chạy qua công tơ, sẽ làm đĩa nhôm quay. Sau một thời gian $t = t_2 - t_1$ đĩa sẽ quay được N vòng tức là $n_0 = N/t$ suy ra:

$$N = C_p P \cdot t = C_p \cdot W$$

nghĩa là số vòng của công tơ sau một thời gian t tỉ lệ với năng lượng W tiêu thụ của phụ tải trong thời gian ấy.

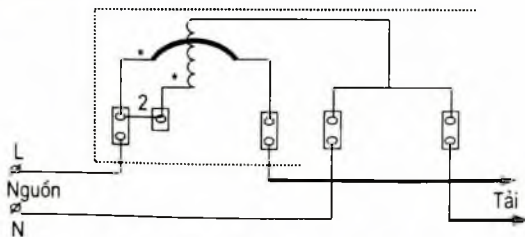
C_p được gọi là hằng số công tơ:

$$C_p = N/W \text{ [vòng/kWh]}$$

là số vòng của công tơ khi tiêu hao công suất là 1kW trong 1 giờ.

Số chỉ này của năng lượng sẽ được ghi lại bởi một hộp số cơ học trên mặt công tơ.

4.2.2. Cách lắp công tơ



Hình 4.25. Mắc công tơ điện 1 pha

- Kí hiệu quy ước: công tơ điện một pha đưa ra 4 đầu dây được đánh số lần lượt từ trái qua phải là 1, 2, 3, 4 hay 1S, 2S, 3L, 4L

Các đầu 1, 2 hay 1S, 2S được nối với nguồn.

Các đầu 3, 4 hay 3L, 4L được nối với tải tiêu thụ.

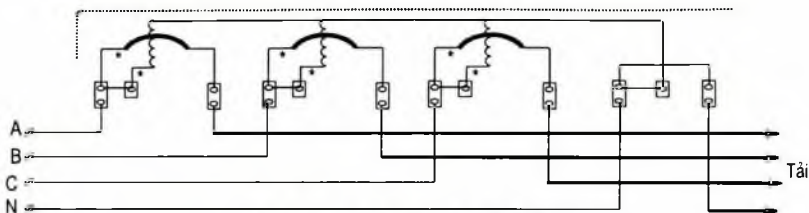
4.3. Đo điện năng mạch 3 pha

4.3.1. Nguyên lý mạch đo

- Để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha, có thể dùng 2 công tơ 1 pha với cách mắc dây tương tự như khi đo công suất 3 pha bằng 2 Oátmét.

- Cũng có thể dùng công tơ 3 pha để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha.

4.3.2. Cách lắp công tơ



Hình 4.26. Mắc công tơ điện 3 pha

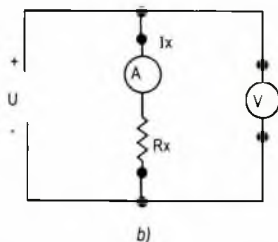
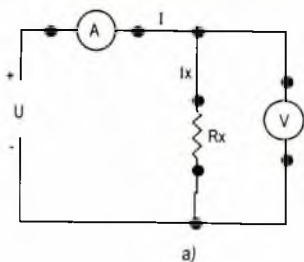
5. ĐO ĐIỆN TRỞ

5.1. Đo điện trở bằng V-A

- Dựa vào định luật Ohm ta xác định được:

$$R = \frac{U}{I}$$

- Có thể mắc theo một trong hai sơ đồ sau:



Hình 4.27. Sơ đồ đo điện trở

* Sơ đồ (a)

- Ampe kế xác định I, Vôn kế xác định U.

- Giá trị thực của điện trở R_x là:

$$R_X = \frac{U}{I}$$

- Bằng cách sử dụng các dụng cụ đo ta tính được giá trị của điện trở là:

$$R'_X = \frac{U}{I_X} = \frac{U}{I - I_V} = \frac{U}{I - \frac{U_V}{R_V}}$$

Như vậy: $R'_X \neq R_X$

Do đó ta thấy phép đo đạt giá trị chính xác cao khi R_V càng lớn càng tốt ($R_V \gg R_X$).
Sơ đồ này được dùng để đo điện trở có giá trị nhỏ.

* Sơ đồ (b)

- Ampe kế xác định I_X , Vôn kế xác định U_V

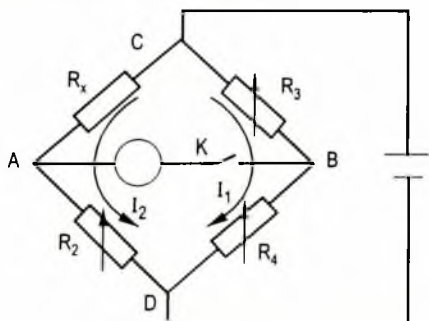
- Kết quả đo cho ta giá trị điện trở R'_X là:

$$R'_X = \frac{U_V - U_A}{I_X} = \frac{U_V - I_X \cdot R_A}{I_X}$$

Như vậy: $R'_X \neq R_X$

Rõ ràng để R'_X tiến tới giá trị của R_X thì R_A càng nhỏ càng tốt ($R_A \ll R_X$). Sơ đồ b thường dùng để đo điện trở R_X lớn.

5.2. Đo điện trở bằng cầu đo



Hình 4.28. Cầu đo điện trở

trong đó : A, B, C, D - 4 đỉnh của cầu đo;

AD, DB, BC, CA - 4 nhánh của cầu đo;

R_X - điện trở cần đo;

R_2, R_3, R_3 - các biến trở mẫu;

G - điện kế từ điện có độ nhạy cao.

- Điều chỉnh các biến trở R_2, R_3, R_3 để kim điện kế chỉ không. Ta nói cầu đã cân bằng

$$U_A = U_B$$

Hay $U_{AB} = 0$ (không có dòng điện qua nhánh AB)

$$U_{DA} = U_{DB} \Rightarrow I_2 \cdot R_2 = I_1 \cdot R_4$$

$$U_{AC} = U_{BC} \Rightarrow I_2 R_X = I_1 \cdot R_3$$

Ta có:

$$\frac{R_2}{R_X} = \frac{R_4}{R_3} \Rightarrow R_X = \frac{R_2}{R_4} R_3$$

Đặt:

$$\frac{R_2}{R_4} = k$$

- Hệ số k thường được điều chỉnh theo các tỷ lệ biết trước, khi đo chỉ cần điều chỉnh R_3 . Tuy nhiên khi đã điều chỉnh R_3 rồi mà cầu đo vẫn không cân bằng thì ta phải chọn lại tỷ số k rồi điều chỉnh R_3 cho cầu cân bằng.


- Phương pháp này đo chính xác nhưng cấu tạo phức tạp, giá thành đắt.

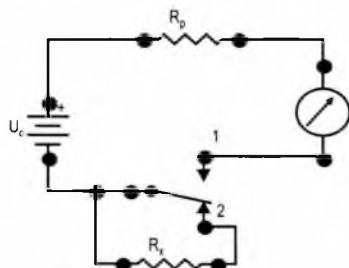
5.3. Đo điện trở bằng Ôm kế, Mêgôm kế

* Đo điện trở bằng Ôm kế:

- Ôm kế là dụng cụ đo cơ cấu chỉ thị từ điện với nguồn cung cấp là pin và các điện trở chuẩn.

- Thường sử dụng cơ cấu đo từ điện chế tạo Ôm kế.

Ký hiệu: 



Hình 4.29. Ôm kế đo điện trở

- Ohmmet loại này thường để đo giá trị điện trở R_X cỡ từ Ohm trở lên.

R_p là điện trở phụ đảm bảo khi $R_X = 0$ dòng điện qua cơ cấu đo là lớn nhất (hết thang chia độ) và để bảo vệ cơ cấu chỉ thị.

- Điện trở trong của Ohmmet được xác định là:

$$R_{\Omega} = R_{ct} + R_p = \frac{U_0}{I_{ctmax}} \quad R_{\Omega} = R_{ct} + R_p = \frac{U_0}{I_{ctmax}}$$

$$\text{Khi } R_X = 0 \text{ dòng qua chỉ thị là dòng } I_{ctmax} = \frac{U_0}{R_{ct} + R_p}$$

Khi $R_x \neq 0$ dòng qua chỉ thị $I_{ct} = \frac{U_o}{R_{ct} + R_p + R_x}$

Khi $x = \infty$ dòng qua chỉ thị bằng 0

- Ngoài ra số chỉ của Ohmmet còn phụ thuộc vào nguồn pin cung cấp bên trong. Khi U_o giảm thì sai số khá lớn. Để điều chỉnh sai số này (hay còn gọi là điều chỉnh zero) người ta mắc thêm chiết áp R_m như hình sau:

- Cách chỉnh zero: mỗi lần sử dụng Ohmmet ta ngắt mạch đầu vào (cho $R_x = 0$ bằng cách chập hai đầu que đo với nhau), vặn núm điều chỉnh của R_m để kim chỉ zero trên thang đo.

- Bằng cách làm như trên ta sẽ có kết quả đo chính xác hơn dù nguồn pin bị yếu đi.

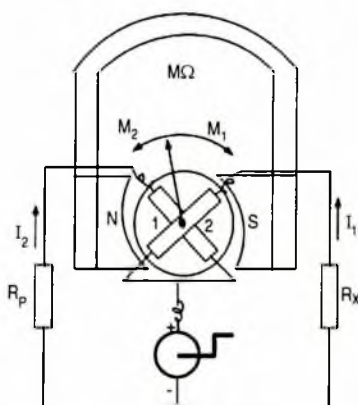
** Đo điện trở bằng Megôm kế:*

- Megômét là dụng cụ đo điện trở lớn mà ohmmet không đo được.

- Megômét thường dùng đo điện trở cách điện của máy điện, khí cụ điện, cuộn dây máy điện.

- Ký hiệu: **MΩ**

Cấu tạo:



Hình 4.30. Megômét đo điện trở

- Gồm tỷ số kế từ điện và nam châm kiểu tay quay dùng làm nguồn đề đo.

- Phần động gồm có 2 khung dây (1) và (2) đặt lệch nhau 90° quấn ngược chiều nhau, không có lò xo đối kháng. Khe hở giữa nam châm và lõi thép không đều nhằm tạo nên một từ trường không đều.

- Nguồn điện cung cấp cho 2 cuộn dây là một máy phát điện một chiều quay tay có điện áp từ (500 ÷ 1000)V

- Điện trở cần đo R_x được mắc nối tiếp với cuộn dây (1).

- Điện trở phụ R_p được mắc nối tiếp với cuộn dây (2).

6. ĐO TẦN SỐ

6.1. Dụng cụ đo

Dụng cụ để đo tần số được gọi là tần số kế. Để đo tần số ta có thể thực hiện theo 2 phương pháp là biến đổi thẳng và phương pháp so sánh.

- Đo tần số bằng phương pháp biến đổi thẳng bao gồm các loại sau:

+ Tần số kế cơ điện tương tự (tần số kế điện từ, điện động, sắt điện động). Loại tần số kế này dùng để đo tần số trong khoảng từ 20Hz - 2,5kHz với cấp chính xác không cao (0,2; 0,5; 1,5 và 2,5) và tiêu thụ điện năng khá lớn.

+ Tần số kế điện dung tương tự để đo tần số trong dải từ 10Hz - 500kHz.

+ Tần số kế chỉ thị số có thể đo khá chính xác tần số của tín hiệu xung và tín hiệu đa hài trong dải tần từ 10Hz - 50GHz. Ngoài ra nó còn được sử dụng để đo tỉ số giữa các tần số, chu kỳ, độ dài xung và khoảng thời gian.

- Đo tần số bằng phương pháp so sánh bao gồm:

+ Tần số kế trộn tần dùng để đo tần số của các tín hiệu xoay chiều, tín hiệu điều chế biên độ trong khoảng 100kHz - 20GHz.

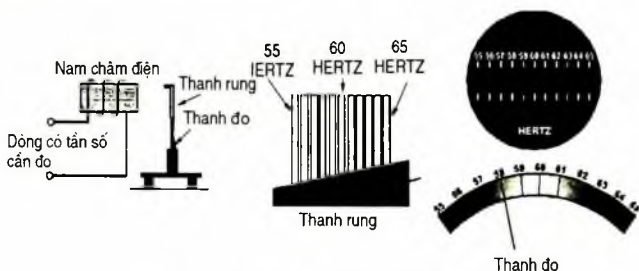
+ Tần số kế cộng hưởng để đo tần số trong dải tần 50kHz - 10GHz.

+ Cầu xoay chiều phụ thuộc vào tần số để đo tần số trong khoảng 20Hz - 20kHz.

+ Máy hiện sóng (oscilloscope) để so sánh tần số cần đo với tần số của máy phát chuẩn, dải tần đo có thể từ 10Hz - 100MHz (loại hiện đại nhất hiện nay có thể lên tới 500MHz).

6.2. Phương pháp đo

6.2.1. Tần số kế cộng hưởng điện từ



Hình 4.31. Tần số kế cộng hưởng điện từ

Cấu tạo:

+ Nam châm điện

+ Thanh rung bằng các lá thép có tần số cộng hưởng riêng. Một đầu của thanh rung bị gắn chặt còn một đầu dao động tự do. Tần số dao động riêng của mỗi thanh bằng 2 lần tần số cần đo.

+ Thanh đo khắc độ theo tần số, có thể dạng đĩa hoặc dạng thanh.

Nguyên lý:

- Dưới tác động của từ trường tạo ra bởi nam châm điện các thanh rung bị hút vào nam châm 2 lần trong một chu kỳ của dòng đưa vào nam châm, do đó tạo nên dao động với tần số gấp 2 lần tần số của dòng đưa vào nam châm. Khi thanh rung có tần số dao động riêng bằng 2 lần tần số cần đo thì nó sẽ dao động với biên độ lớn nhất (hiện tượng cộng hưởng xảy ra) và qua đó xác định được tần số cần đo.

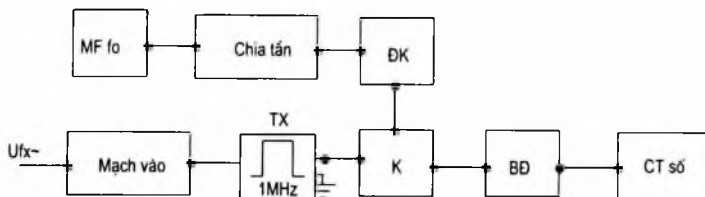
Ưu điểm: Cấu tạo đơn giản, rẻ tiền và tin cậy

Nhược điểm: Dải tần đo rất hẹp (45 – 55Hz), (55 – 65Hz) 0 và (450 – 550Hz)

Sai số lớn $\pm 1,5\% \div 2,5\%$

Không thể sử dụng ở nơi có độ rung lớn hoặc thiết bị đang di chuyển.

6.2.2. Tần số kế chỉ thị số



Tần số kế chỉ thị số

- Mạch vào là bộ khuếch đại dải rộng với tần số từ 10Hz – 3,5MHz và một bộ suy giảm để hoà hợp giữa nguồn cần đo và tần số kế.

- Bộ tạo xung (TX) có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu hình sin hoặc tín hiệu xung thành dãy các xung có biên độ không đổi nhưng tần số bằng tần số của tín hiệu vào.

- Máy phát tần số chuẩn (MF f₀) là bộ tạo xung chuẩn có độ ổn định cao với tần số khoảng 1MHz (bộ dao động này thường là bộ dao động thạch anh).

- Bộ chia tần để xác định T_{đo} tùy ý (thường chia theo hệ số 10). T_{đo} có thể từ 10⁻⁶s đến 100s, nghĩa là tần số sau bộ chia tần có thể từ 1MHz đến 0,01Hz.

- Thời gian T_{đo} để điều khiển khoá K hai đầu vào, f_x theo đầu vào thứ 2 sẽ đi vào bộ đếm (BD) và ra cơ cấu chỉ thị.

- Mạch điều khiển có nhiệm vụ:

- + Đảm bảo thời gian hiển thị kết quả đo từ 0,3 – 5s trên chỉ thị số.
- + Xóa kết quả về 0 trước khi tiến hành phép đo.
- + Điều khiển khoá K làm việc theo chế độ tự động hoặc bằng tay.
- + Chọn dải đo tần số phù hợp.

Bài tập thực hành 6:

Cho máy đo tần số Topward 1210



Yêu cầu:

- Lựa chọn thang đo phù hợp để đo kiểm tần số lưới điện trong xưởng thực hành.
- Đo kiểm tra tần số lưới điện.

Nội dung:

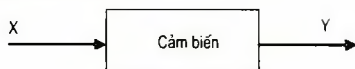
- Sử dụng thang đo 100Hz.
- Đặt 2 đầu que đo vào lưới điện.
- Quan sát thông số trên màn hình, hiệu chỉnh để cho ra kết quả rõ nhất.

7. ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÔNG ĐIỆN

7.1. Khái niệm chung

- Đối tượng đo lường là các đại lượng vật lý không điện như nhiệt độ, áp suất.... là các đại lượng cần đo X. Sau khi tiến hành các quá trình thực nghiệm bằng cách sử dụng các phương tiện điện tử để xử lý tín hiệu, ở đầu ra ta được một đại lượng tương ứng. Sự biến đổi của đại lượng này chứa đựng tất cả các thông tin cần thiết để nhận biết X. Việc đo lường đại lượng X thực hiện được là nhờ sử dụng các cảm biến (*Sensor*).

- Cảm biến là một thiết bị dùng để biến đổi từ đại lượng vật lý này sang đại lượng vật lý khác mang bản chất điện với một độ chính xác nhất định. Quan hệ giữa đại lượng ra và đại lượng vào là quan hệ hàm đơn trị.



trong đó: X là đại lượng không điện cần đo .

Y là đại lượng ra (đại lượng điện), là một hàm của đại lượng cần đo.

$$Y = F(X)$$

Vị trí của cảm biến trong thiết bị đo lường chính là phần chuyển đổi sơ cấp

+ Lĩnh vực ứng dụng: cảm biến được sử dụng ở hầu hết các mặt của sản xuất cũng như đời sống xã hội.

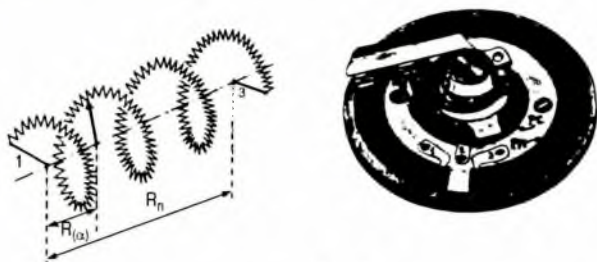
Vi dụ: Viễn thông: trong các cơ cấu tự động cảnh báo nhiệt độ, độ ẩm, báo cháy... của tổng đài, góp phần đảm bảo tổng đài hoạt động được liên tục; cảm biến tại các thiết bị đầu cuối để chuyển âm thanh, hình ảnh thành tín hiệu điện; tại các thiết bị truyền dẫn chuyển tín hiệu điện thành tín hiệu quang và ngược lại.

+ Tự động hoá: sử dụng cảm biến để biết được các thông số của đối tượng cần điều khiển (tốc độ động cơ, vận tốc của vật, xe cộ; hướng đi...) từ đó xây dựng phương pháp điều khiển.

+ Nguyên tắc: Cảm biến thường dựa trên các hiệu ứng vật lý biến đổi một dạng năng lượng nào đó (nhiệt, cơ, hoặc bức xạ) thành năng lượng điện.

7.2. Một số bộ chuyển đổi

7.2.1. Bộ chuyển đổi điện trở



Hình 4.32. Chuyển đổi điện trở

Cấu tạo và nguyên lý làm việc: là một biến trở gồm có lõi bằng vật liệu cách điện trên có quấn dây dẫn điện, dây quấn được phủ lớp cách điện. Trên lõi và dây quấn có con trượt, dưới tác dụng của đại lượng vào con trượt di chuyển làm cho điện trở thay đổi.

- Lõi: Có hình dáng khác nhau: dạng hàm số, dạng nhay cấp.
- Chất liệu: làm bằng bakelit, sứ, kim loại có phủ lớp cách điện.
- Dây quấn: Có đường kính khoảng $\varnothing = (0,02 \div 0,07)\text{mm}$.
- Chất liệu: làm bằng đồng, niken, pratin, mangamin. Đối với loại mangamin thì điện trở là ổn định nhất.

- Điện trở của dây: tùy từng loại có thể từ vài Ω đến 1000Ω .

- Con trượt: chế tạo bằng đồng faberin-fôttô.

Các đặc tính cơ bản: chuyển đổi biến trở chỉ phát hiện sự thay đổi điện trở nhỏ nhất là bằng điện trở một vòng dây tương ứng với một di chuyển bằng khoảng cách giữa hai vòng dây.

- Độ nhảy của chuyển đổi: nếu điện trở toàn phần của chuyển đổi là R với số vòng là W thì độ nhảy của chuyển đổi (điện trở bé nhất có thể phát hiện) R_0 là:

$$R_0 = \frac{R}{W}$$

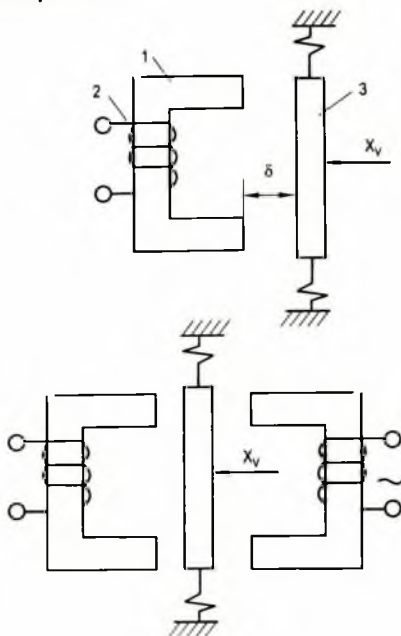
- Độ di chuyển bé nhất có thể phát hiện: gọi L là chiều dài của biến trở thì độ di chuyển bé nhất có thể phát hiện là:

$$X_0 = \frac{L}{W}$$

Sai số rời rạc của chuyển đổi đối với cuộn dây quấn như nhau:

$$\gamma = \frac{\Delta R_{\min}}{2R} = \frac{R_0}{2R} = \frac{1}{2W}$$

7.2.2. Bộ chuyển đổi điện cảm



Hình 4.33. Chuyển đổi điện cảm

- Chuyển đổi điện cảm là một cuộn dây quấn trên lõi thép có khe hở không khí.
- Dưới tác động của đại lượng đo X_v có thể tác động lên chuyển đổi theo các cách sau: Làm cho phần ứng 3 di chuyển, khe hở không khí δ thay đổi làm thay đổi từ trở của lõi thép do đó điện cảm và tổng trở của chuyển đổi cũng thay đổi theo.
- Điện cảm của chuyển đổi:

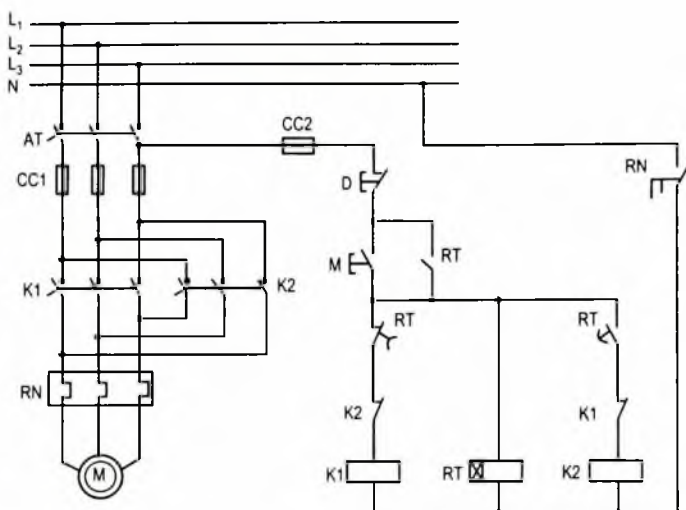
$$L = \frac{W^2}{R_\delta} = W^2 \frac{\mu_0 S}{\delta}$$

Câu hỏi và bài tập:

- Câu 1. Nêu cách đo dòng điện, điện áp 1 chiều bằng cách sử dụng đồng hồ vạn năng.
- Câu 2. Nêu cách đo dòng điện, điện áp xoay chiều bằng cách sử dụng đồng hồ vạn năng.
- Câu 3. Nêu cách mắc công tơ điện 1 pha ? 3 pha ?
- Câu 4: Nêu quy trình sử dụng máy đo tần số ?
- Câu 5: So sánh sự giống và khác nhau giữa bộ chuyển đổi điện trở và bộ chuyển đổi điện cảm.

Bài tập:

Cho sơ đồ mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ 3 pha quay 2 chiều:

**Yêu cầu:**

- Vẽ sơ đồ đo dòng điện, điện áp trên 3 pha động cơ sử dụng đồng hồ Vôn kế và Ampe kế.
- Vẽ sơ đồ dùng công tơ điện 3 pha đo năng lượng động cơ sử dụng.

TÀI LIỆU CẦN THAM KHẢO

1. *Kỹ thuật đo* - Ngô Văn Ky, Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh, 1993.
2. *Cẩm nang kỹ thuật kèm ảnh dùng cho thợ đường dây và trạm mạng điện trung thế* - Trần Nguyên Thái, Trường Kỹ Thuật Điện, Công Ty Điện lực 2, Bộ năng lượng - 1994.
3. *Vật liệu điện* - Nguyễn Xuân Phú, NXB Khoa học và Kỹ thuật , 1998.
4. *Cung cấp điện* - Nguyễn Xuân Phú, NXB Khoa học và Kỹ thuật , 1998.
5. *Đo lường và điều khiển bằng máy tính* - Ngô Diên Tập, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1997.
6. *Sửa chữa điện máy công nghiệp* - Bùi Văn Yên, NXB Đà Nẵng, 1998.
7. *Kỹ Thuật Điện* - Đặng Văn Đào, NXB Giáo Dục, 1999. *Giáo trình An toàn lao động* - Nguyễn Thế Đạt, Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề - NXB Giáo Dục, 2002.
8. *Giáo trình An toàn điện* - Nguyễn Đình Thắng, Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề - NXB Giáo Dục, 2002.
9. *Giáo trình Đo lường các đại lượng điện và không điện* - Nguyễn Văn Hoà, Vụ Trung học chuyên nghiệp - Dạy nghề - NXB Giáo Dục, 2002

MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	3
Chương trình mô đun đào tạo đo lường, điện tử	5
Bài 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG	7
1. Khái niệm về đo lường và sai số	7
1.1. Vị trí của đo lường	7
1.2. Sai số trong đo lường	9
2. Các bộ phận chính của máy đo	9
2.1. Mạch đo	9
2.2. Cơ cấu đo	10
2.3. Các thành phần phụ	10
Bài 2: DỤNG CỤ ĐO CƠ ĐIỆN	12
1. Cơ cấu đo từ điện	12
1.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc	12
1.2. Đặc điểm công dụng	13
1.3. Những chú ý khi sử dụng	14
2. Cơ cấu đo điện từ	14
2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc:	14
2.2. Đặc điểm công dụng	15
2.3. Những chú ý khi sử dụng	16
3. Cơ cấu đo điện động	16
3.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc	16
3.2. Đặc điểm công dụng	18
3.3. Chú ý khi sử dụng	18
4. Cơ cấu đo cảm ứng	18
4.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc	18
4.2. Đặc điểm công dụng	19
4.3. Chú ý khi sử dụng	19

5. Cơ cấu đo tỷ lệ	20
5.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc	20
5.2. Đặc điểm công dụng	23
Bài 3: DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN TỬ	25
1. Dụng cụ đo điện tử tương tự	25
1.1. Khái niệm chung	25
1.2. Vôn kế Tranziton	25
1.3. Vôn kế điện tử xoay chiều	26
1.4. Ôm kế điện tử	27
1.5. Điện kế điện tử	28
1.6. Vôn kế điện tử nhiều thang đo	28
2. Dụng cụ đo hiện số	28
2.1. Khái niệm chung	28
2.2. Máy đo tần số hiệu số	28
2.3. Vôn kế hiệu số	29
2.4. Đồng hồ vạn năng hiệu số	30
3. Máy tạo tín hiệu	31
3.1. Khái niệm chung	31
3.2. Máy tạo hàm	32
3.3. Bộ tạo xung	32
4. Máy hiện sóng	33
4.1. Khái niệm chung	33
4.2. Ống tia điện tử	34
4.3. Hệ thống mạch điều khiển	34
4.4. Công dụng	35
5. Dụng cụ tự ghi	35
5.1. Khái niệm chung	35
5.2. Nguyên tắc cấu tạo	36
5.3. Công dụng	36
Bài 4: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN VÀ KHÔNG ĐIỆN	38
1. Đo điện áp	38
1.1. Đo điện áp 1 chiều	38
1.2. Đo điện áp xoay chiều	40
1.3. Mở rộng giới hạn thang đo	42

2. Đo dòng điện	44
2.1. Đo dòng điện 1 chiều	44
2.2. Đo dòng điện xoay chiều	46
2.3. Mở rộng thang đo	49
3. Đo công suất	51
3.1. Dụng cụ đo công suất	52
3.2. Đo công suất trong mạch 1 chiều và xoay chiều 1 pha	53
3.3. Đo công suất trong mạch xoay chiều 3 pha	54
4. Đo điện năng	56
4.1. Dụng cụ đo điện năng	56
4.2. Đo điện năng mạch 1 pha	59
4.3. Đo điện năng 3 pha	60
5. Đo điện trở	60
5.1. Đo điện trở bằng V-A	60
5.2. Đo điện trở bằng cầu đo	61
5.3. Đo điện trở bằng Ôm kế, Mêgôm kế	62
6. Đo tần số	64
6.1. Dụng cụ đo	64
6.2. Phương pháp đo	64
7. Đo các đại lượng không điện	66
7.1. Khái niệm chung	66
7.2. Một số bộ chuyển đổi	67
Tài liệu cần tham khảo	70

GIÁO TRÌNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRINH XUÂN SON

Biên tập : BÙI HỮU LAM
Chế bản : TRẦN THU HOÀI
Sửa bản in : BÙI HỮU LAM
Trình bày bìa : VŨ BÌNH MINH

In 300 cuốn khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 36-2013/CXB/1130-158/XD ngày 05-01-2013. Quyết định xuất bản số 268/QĐXB ngày 7-11-2013. In xong nộp lưu chiểu tháng 11-2013.

